

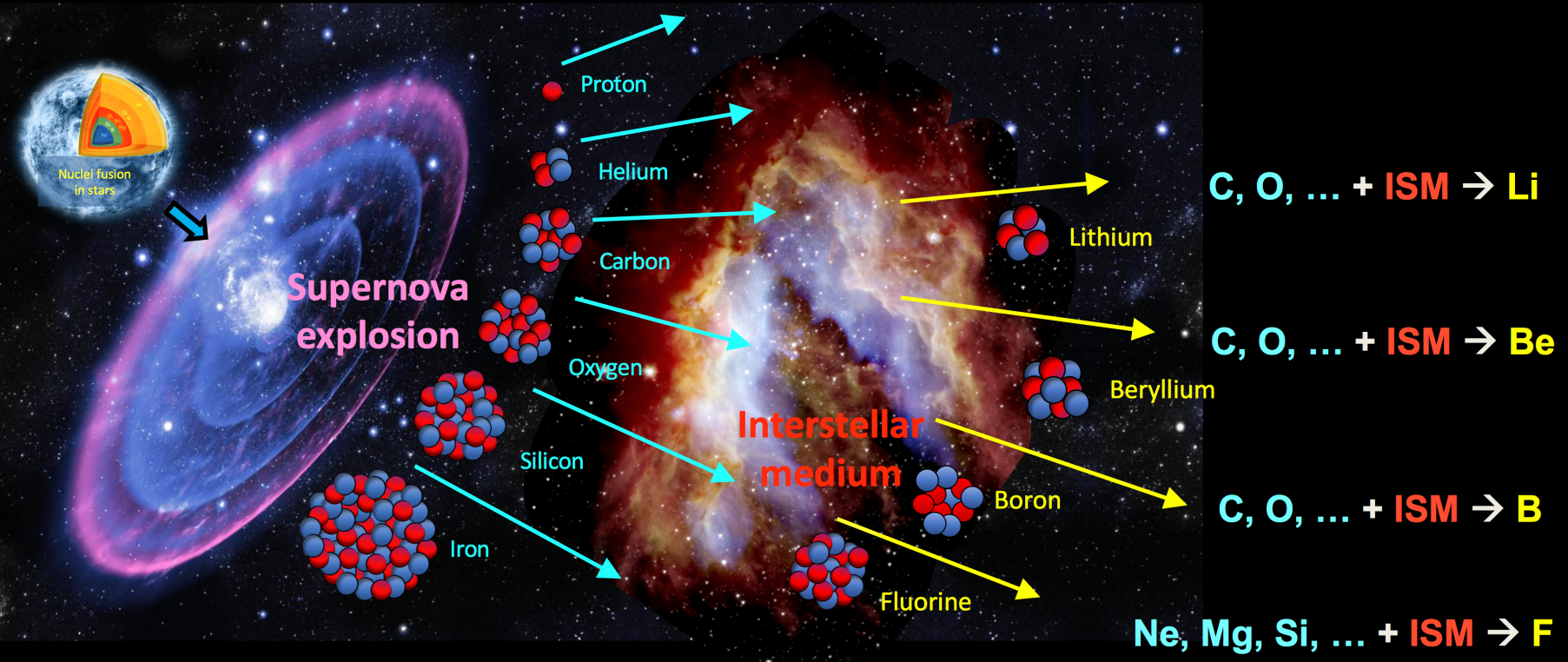
AMS宇宙线氟原子核流强谱测量结果

扈嘉钰 中国科学院高能物理研究所
on behalf of AMS collaboration



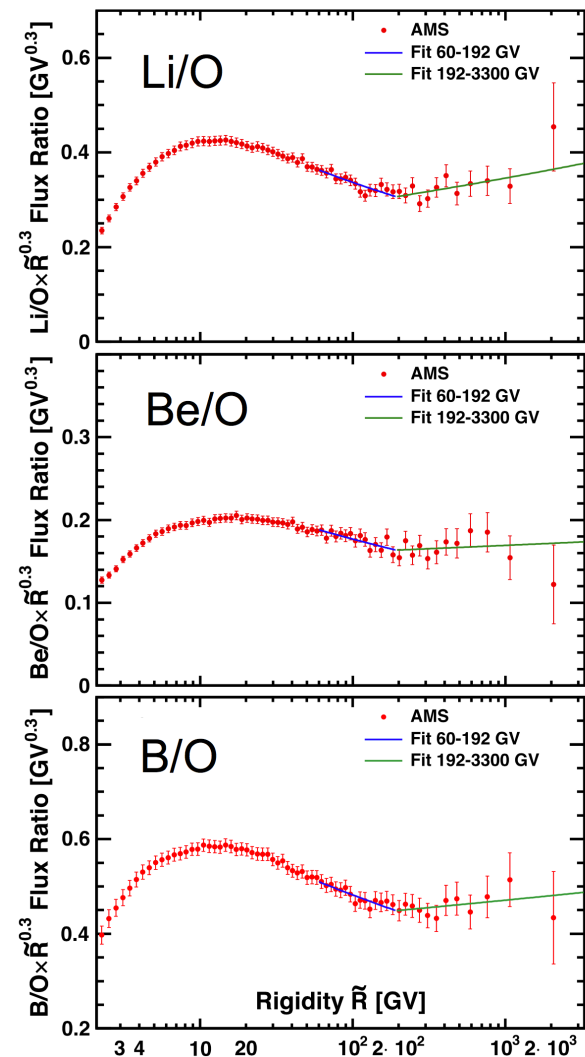
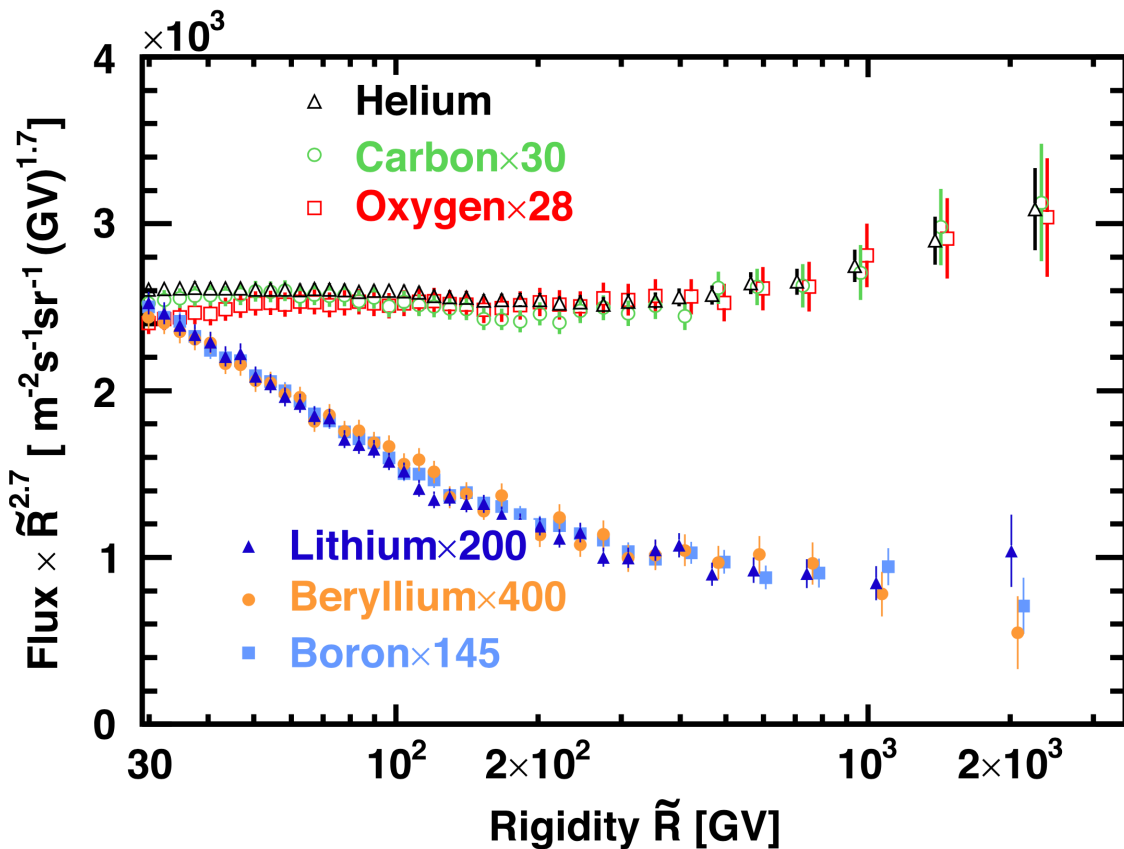
次级宇宙线原子核

次级宇宙线原子核 **Li, Be, B, F** 为初级宇宙线 **C, O, Ne, Mg, Si, ..., Fe** 和星际物质的相互作用产物。



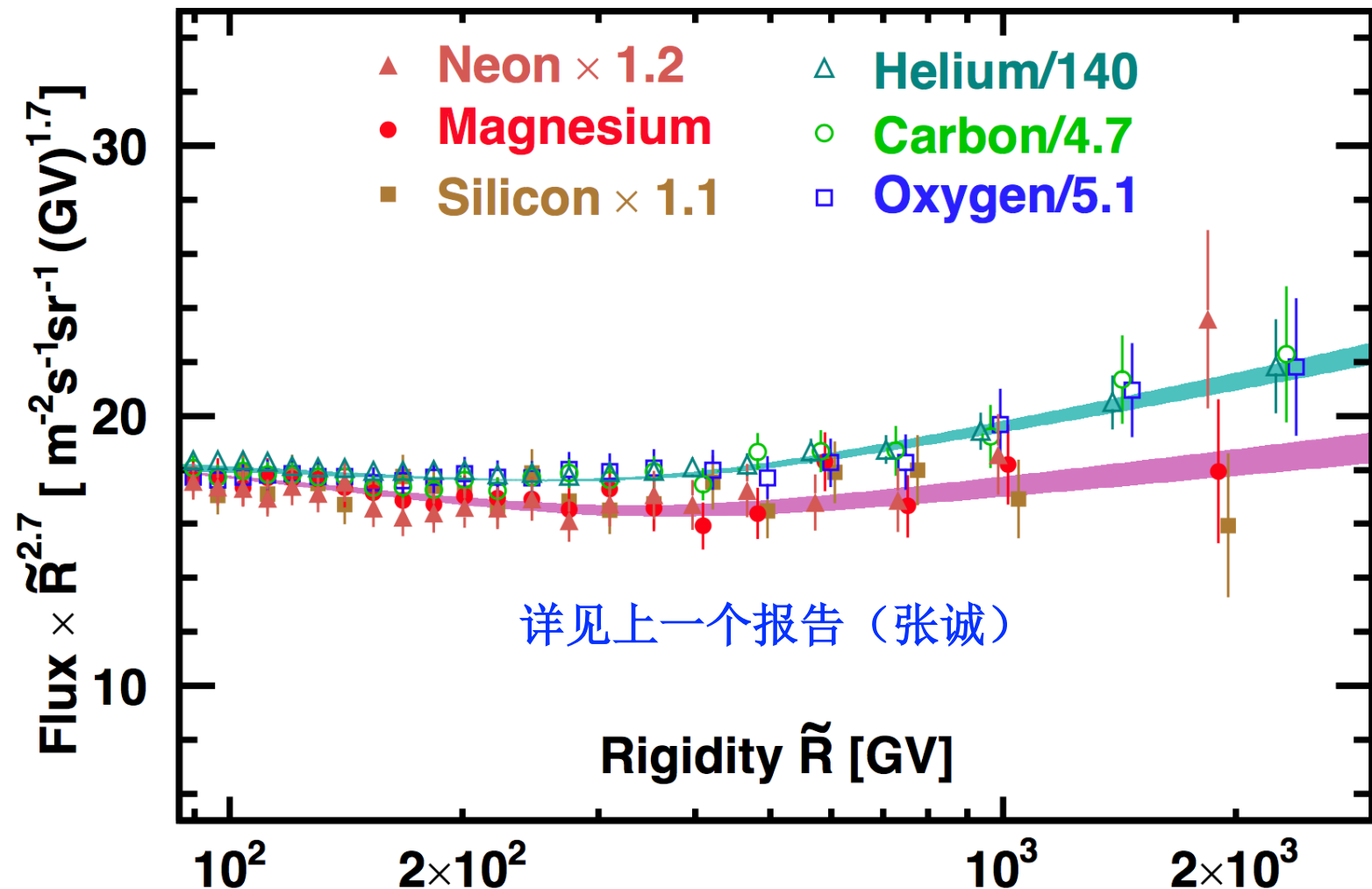
次级宇宙线流强谱及其与初级宇宙线流强谱的比值的精确测量对理解宇宙线传播机制非常重要。

AMS宇宙线初、次级轻原子核流强谱结果



初次级宇宙线原子核能谱在200GV附近都存在能谱变硬的现象，然而次级宇宙线原子核的能谱变硬程度大于初级宇宙线原子核。

AMS宇宙线初级较重原子核流强谱结果(Ne, Mg, Si)



目前测量的宇宙线初级原子核可按能谱形状分为两组： He, C, O 和 Ne, Mg, Si

宇宙线更重次级原子核的能谱形状？

AMS 对宇宙线氟原子核的测量

Tracker(9层) + 永磁体：刚度（动量 / 电荷）

	偏转方向位置分辨	MDR
$Z=1$	$10\ \mu\text{m}$	2 TV
$2 \leq Z \leq 8$	$5-7\ \mu\text{m}$	3.2-3.7 TV
$Z=9$	$8\ \mu\text{m}$	3 TV

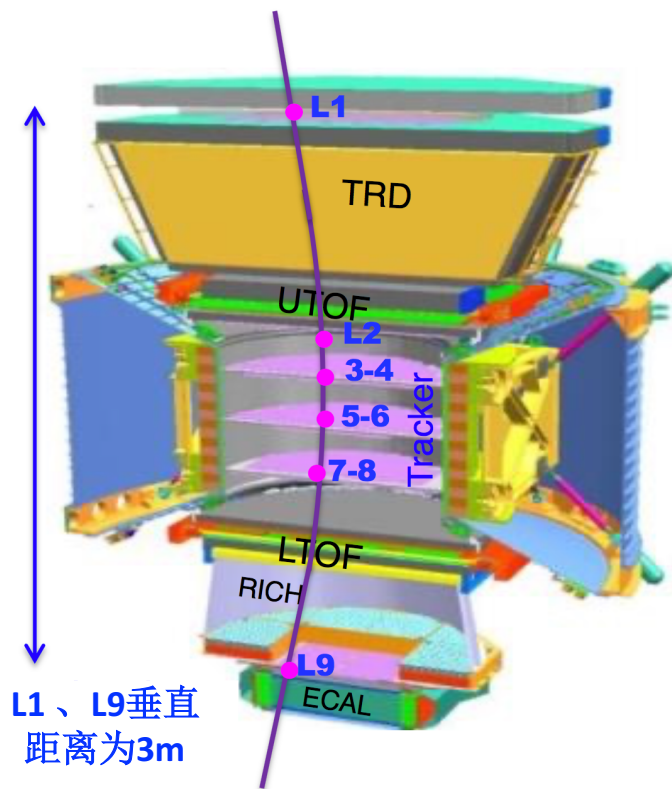
TOF(4层)：速度和方向

$$\Delta\beta/\beta^2 \approx 4\% \quad (Z=1)$$

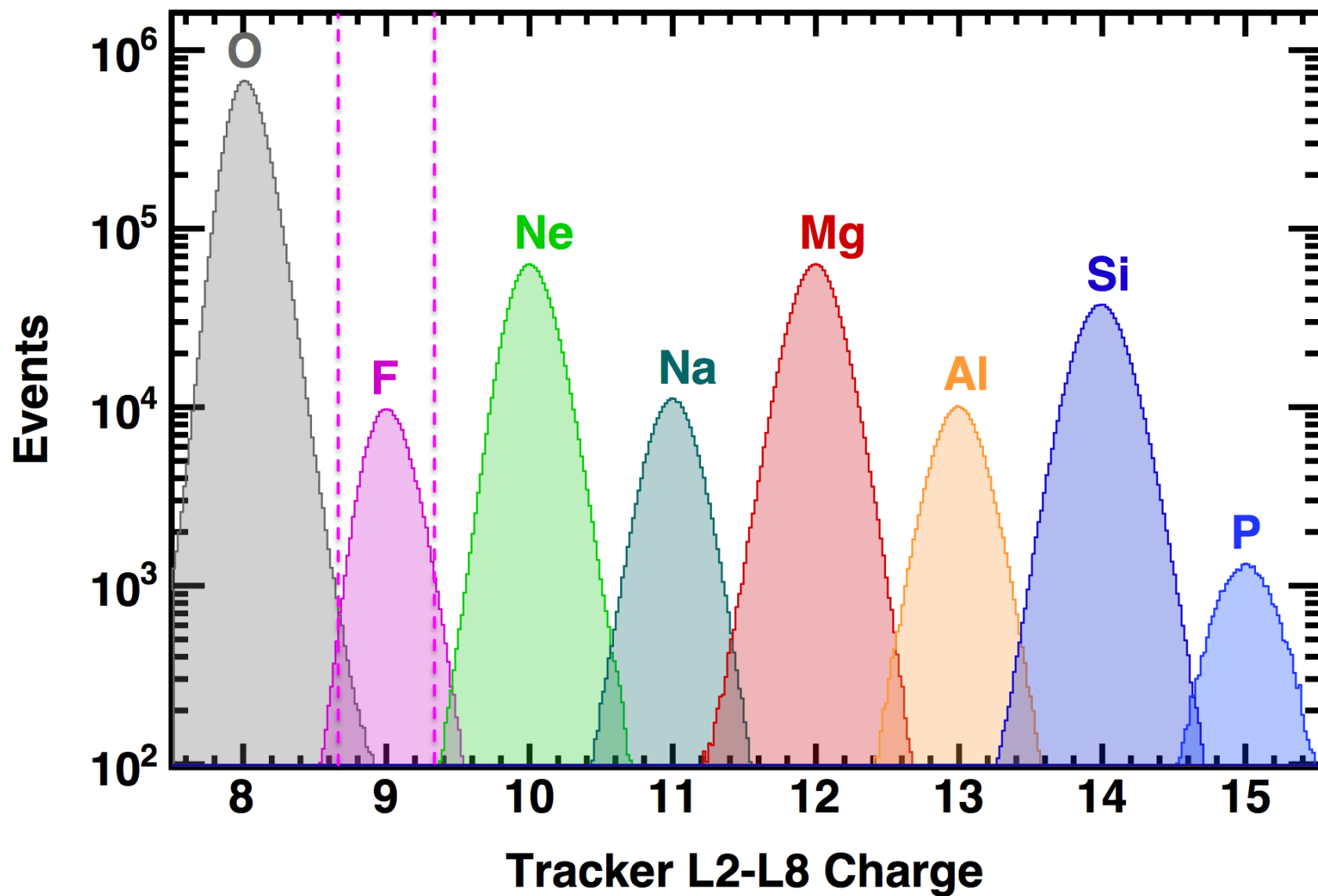
$$\Delta\beta/\beta^2 \approx 1-2\% \quad (Z \geq 2)$$

L1, UTOF, Inner Tracker(L2-L8), LTOF, L9：电荷（相互独立）

	Tracker L2-L8 电荷分辨 (c.u.)
$1 \leq Z \leq 8$	$\Delta Z \approx 0.05-0.12$
$Z=9$	$\Delta Z \approx 0.13$



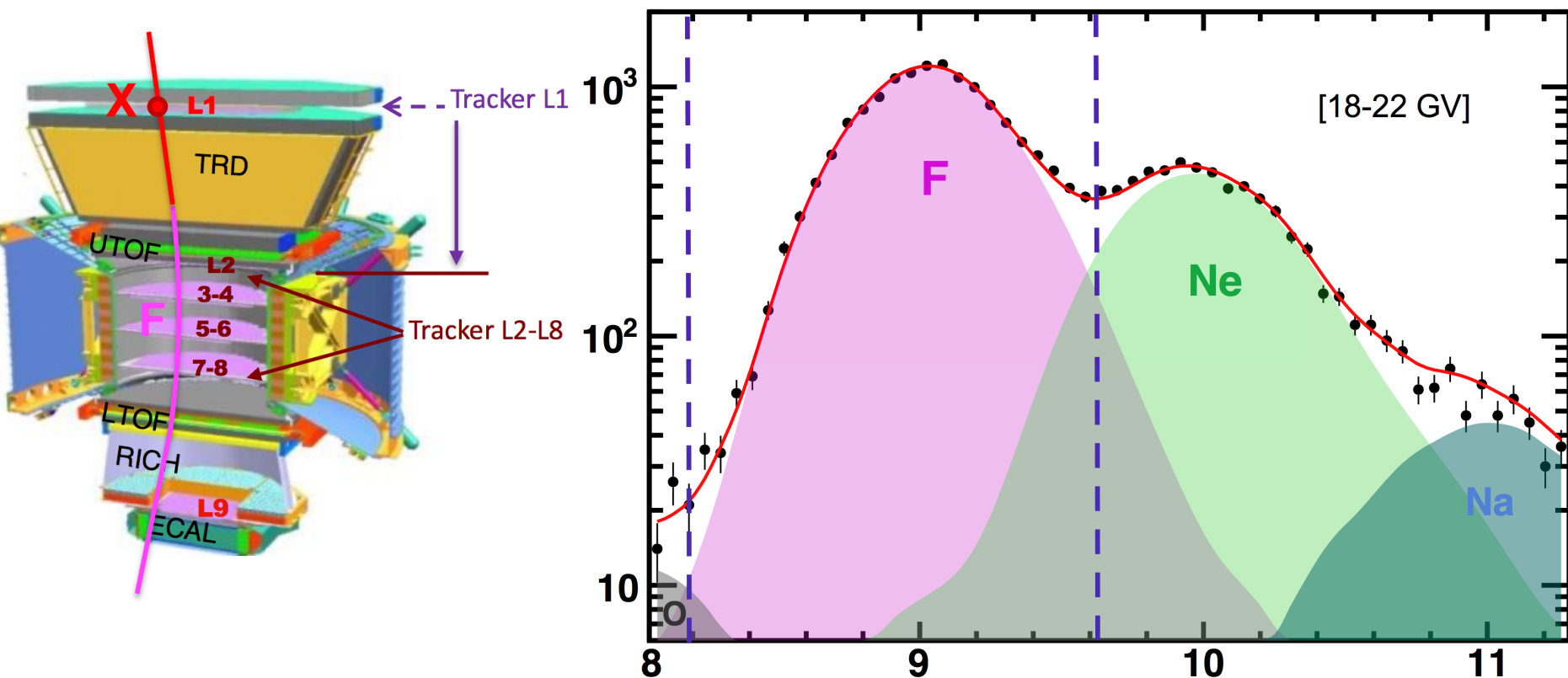
氟原子核事例的选取



氟原子核事例的本底估计（1）

用 Inner Tracker(L2-L8)和上层TOF(UTOF)电荷测量值选取氟原子核事例，Tracker L1之下的本底来自于在TRD或UTOF上碎裂的更重的原子核事例，可以通过对L1的电荷信号的模板拟合进行精确估计。

----- Tracker L1 的电荷cut范围

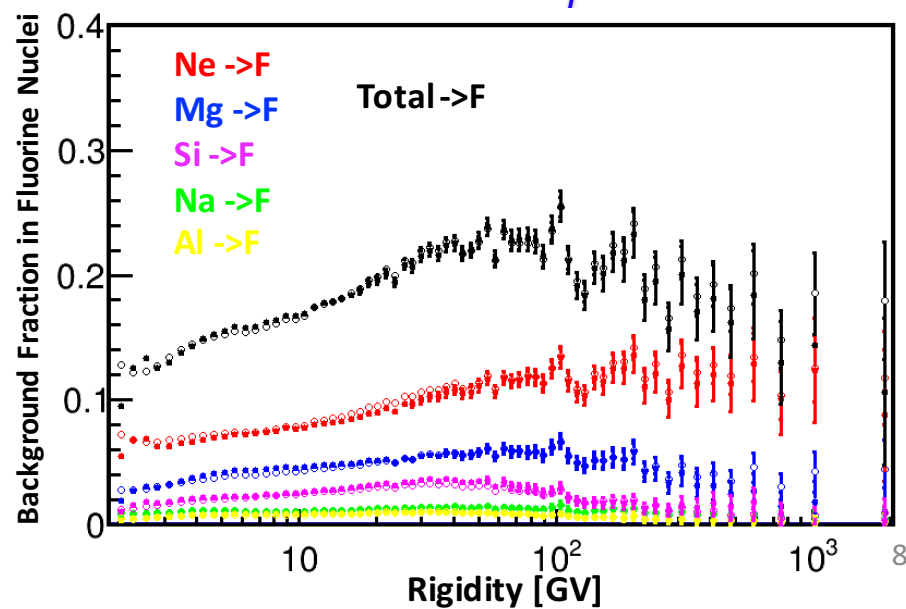
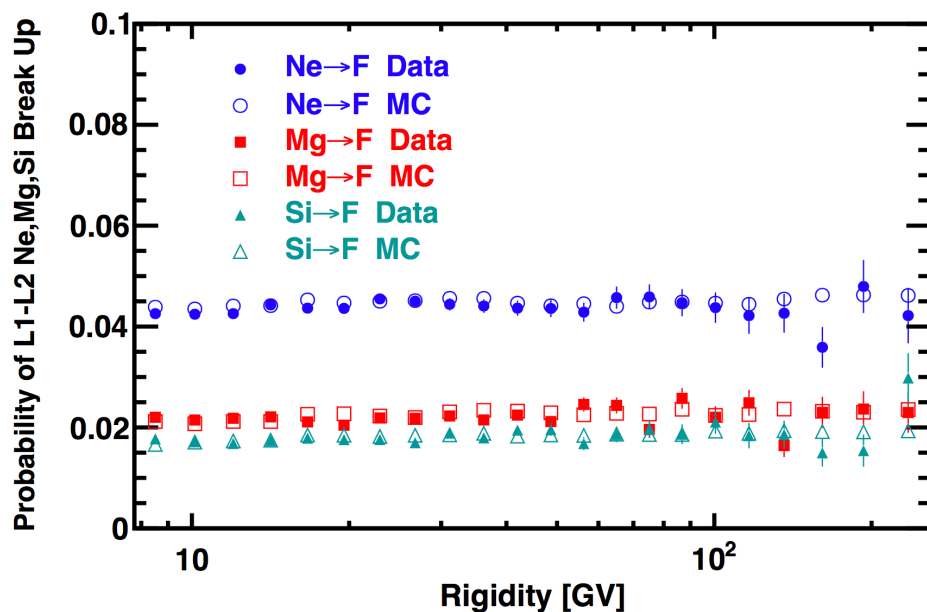
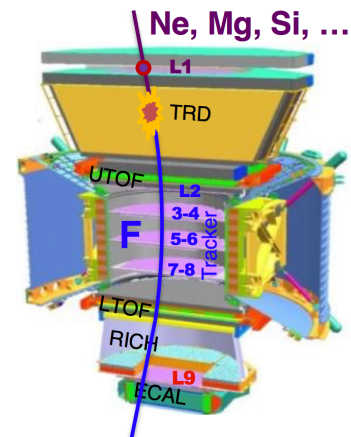


氟原子核事例的本底估计（2）

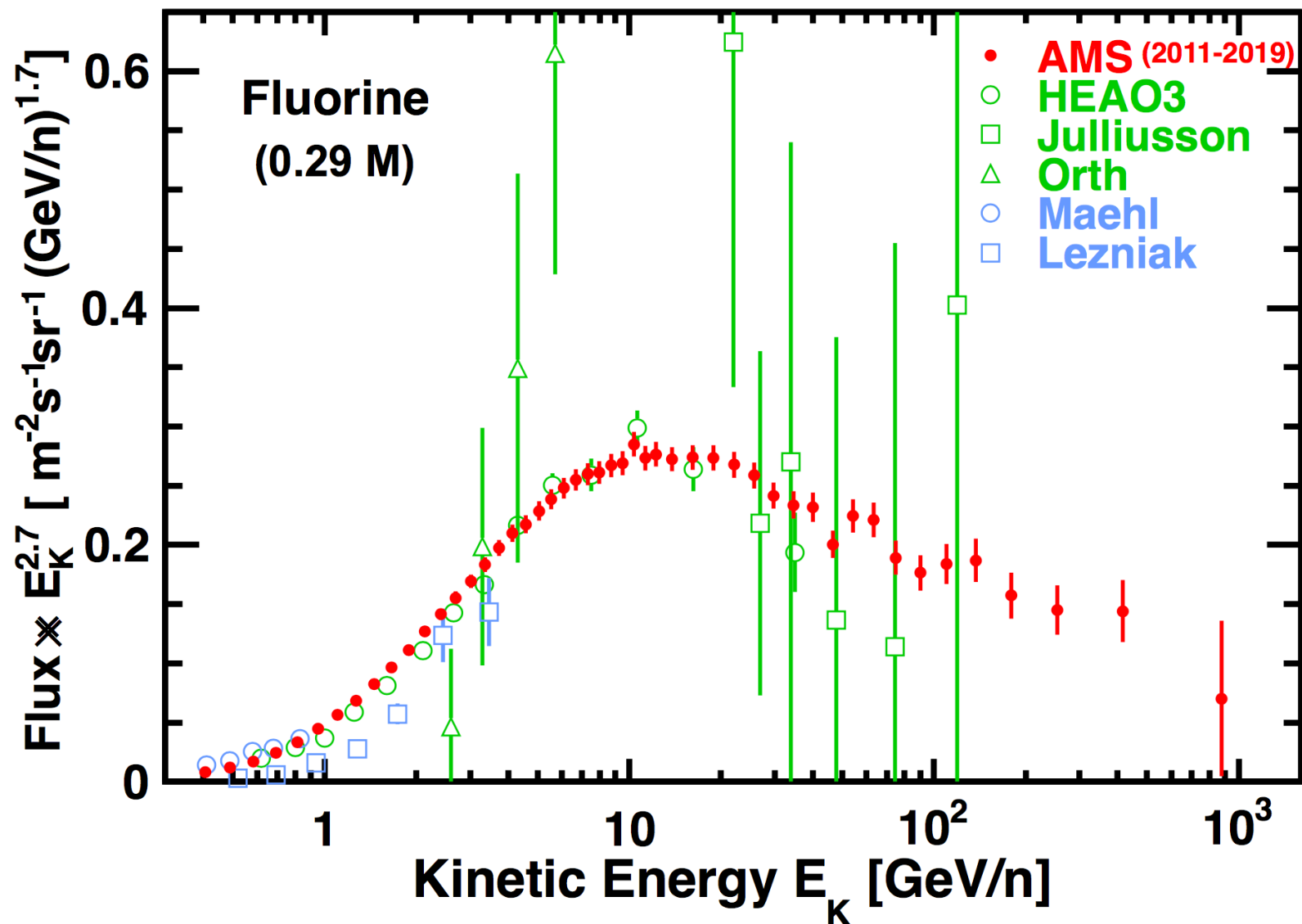
另一部分本底来自于在**Tracker L1** 或其上支撑结构（主要成分为碳, 铝的蜂窝板）发生碎裂的更重原子核，这部分本底可由**Monte Carlo**结合**AMS**更重原子核流强谱测量结果进行估计。模拟的原子核相互作用截面与**AMS**数据的测量结果一致。

利用数据测量原子核相互作用截面：

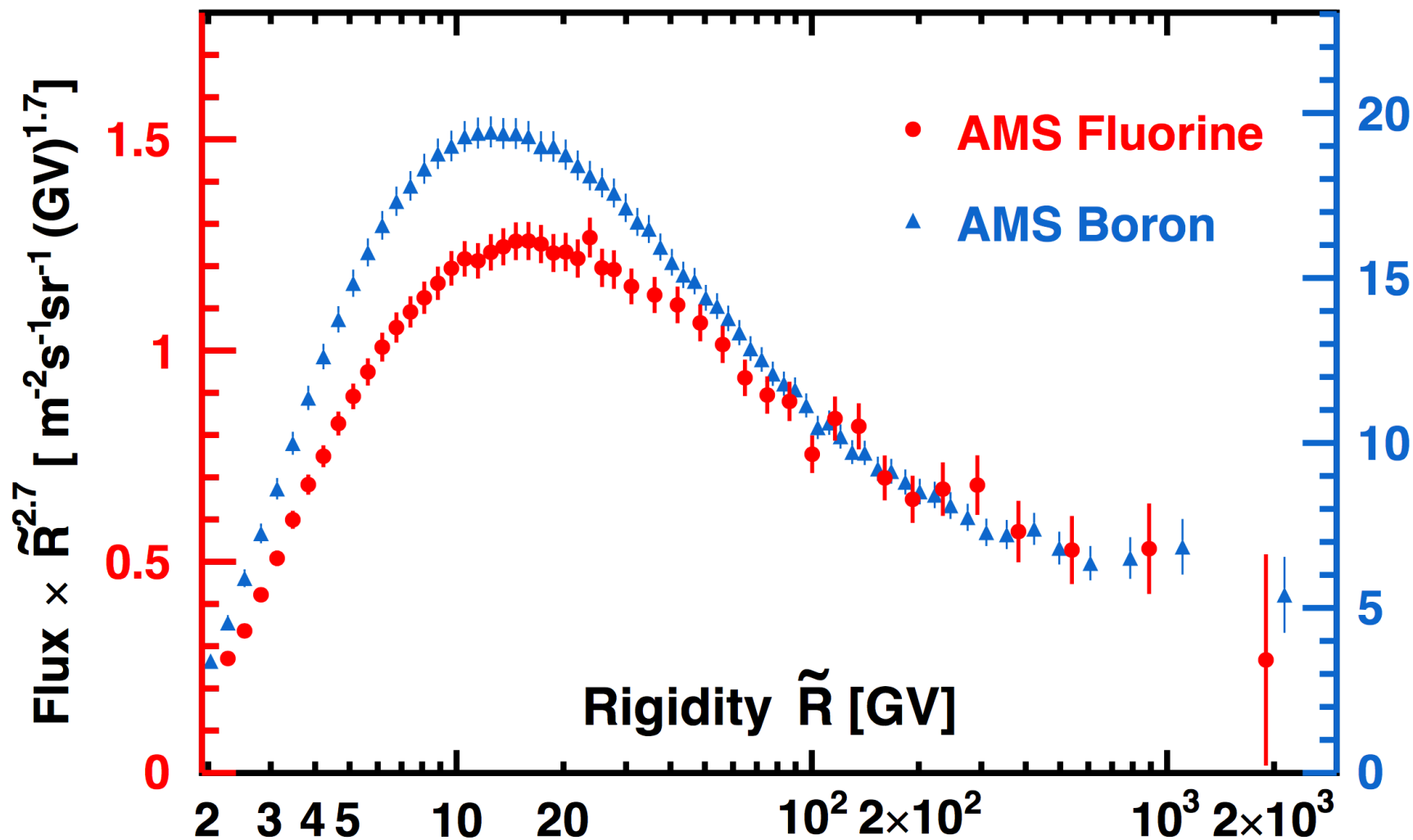
1. 用**L1**测量的电荷选取初始的原子核事例。
2. 利用**Tracker L2-L8**测量初始原子核碎裂成不同原子核的概率，结合探测器物质的量得到相应的相互作用截面。



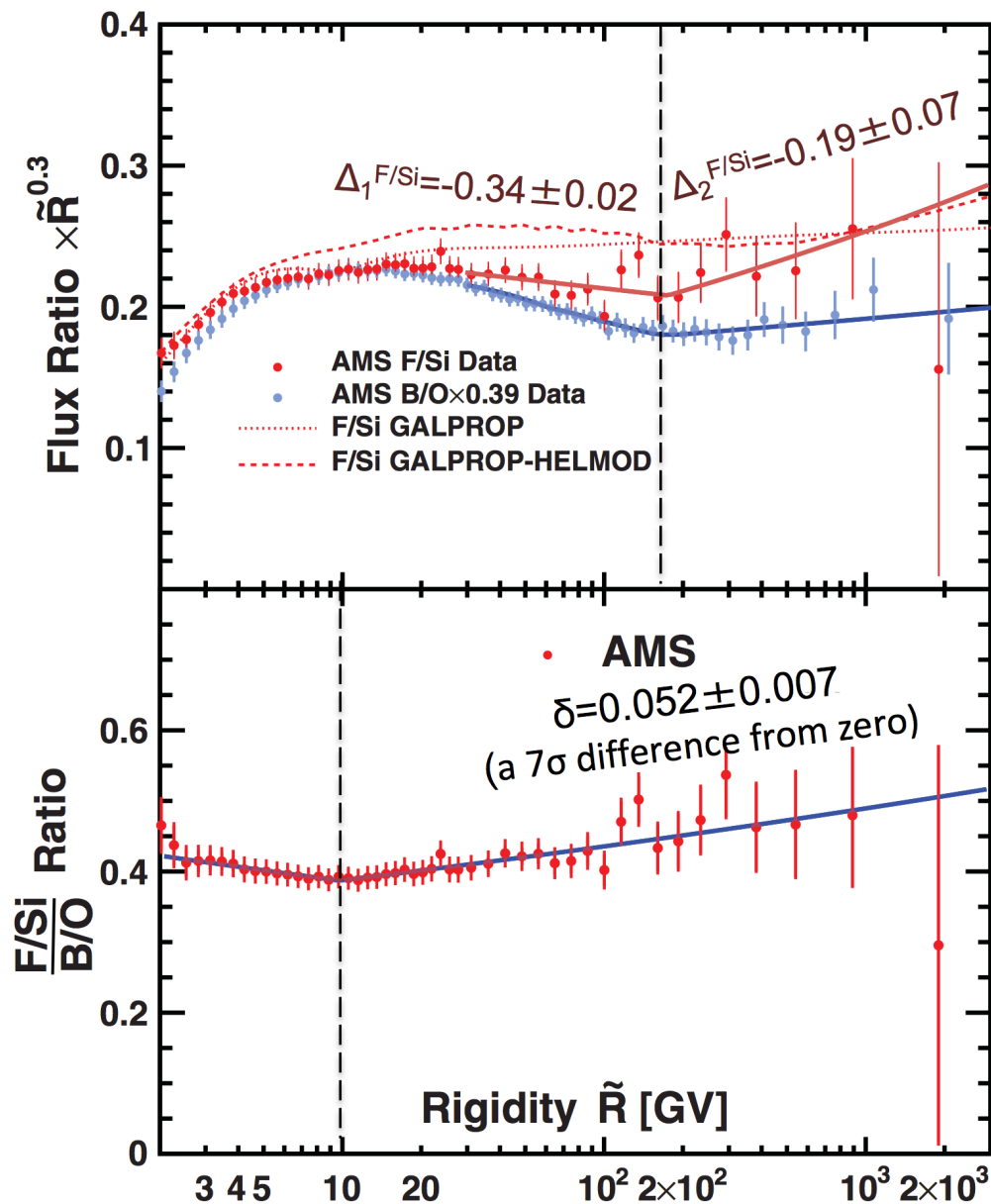
AMS测量结果与其他实验的对比



AMS宇宙线氟、硼原子核流强的对比



宇宙线F/Si流强比与B/O流强比的比较



对F/Si 原子核流强比拟合:

$$\begin{cases} C(R/175 \text{ GV})^{\Delta_1}, & R \leq 175 \text{ GV}, \\ C(R/175 \text{ GV})^{\Delta_2}, & R > 175 \text{ GV}. \end{cases}$$

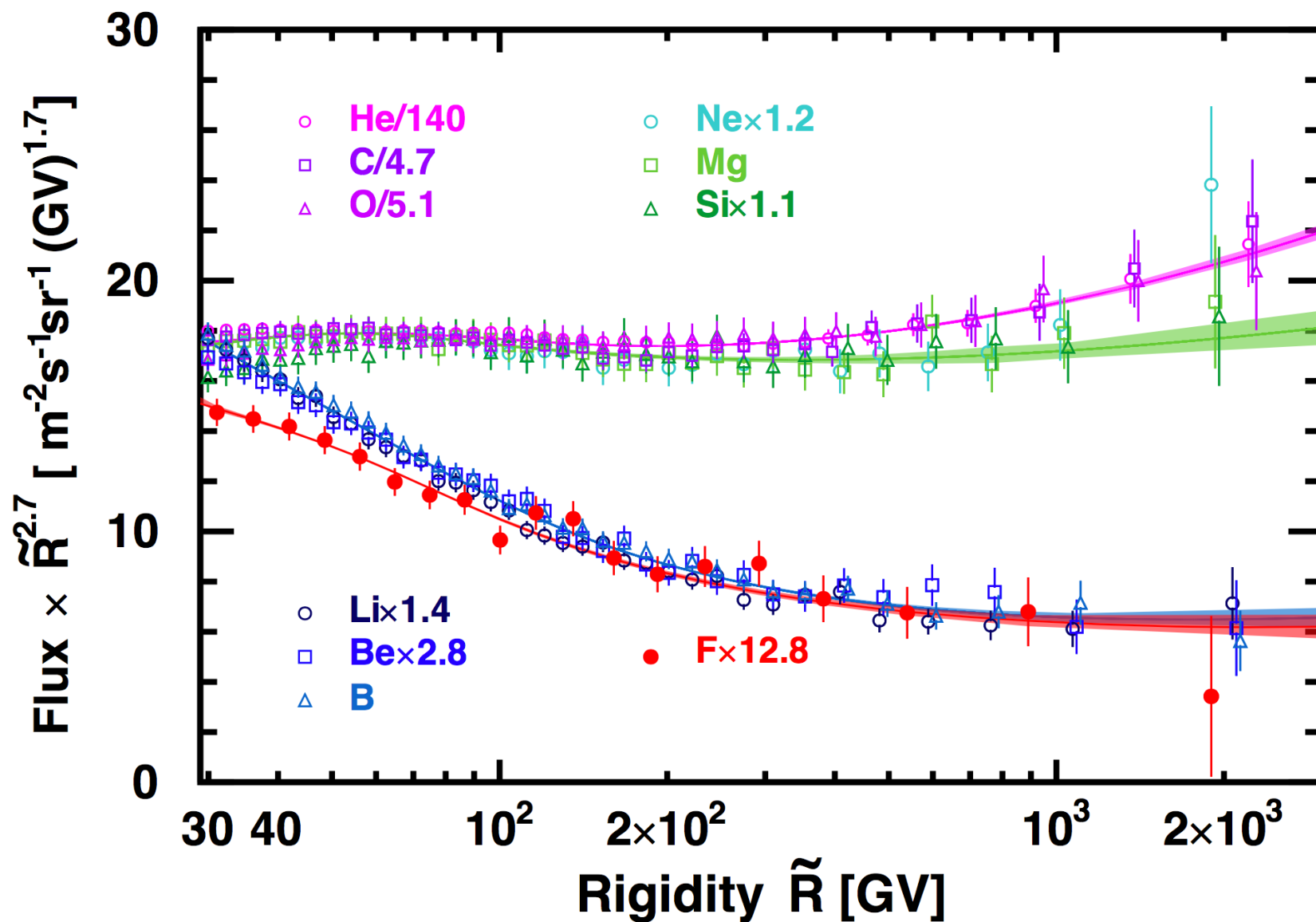
F/Si 原子核流强比在175GV之上幂指数($\Delta_2^{F/Si} - \Delta_1^{F/Si}$)增加 0.15 ± 0.07 。和次初级宇宙线原子核流强比Li/C, Be/C, B/C, Li/O, Be/O以及B/O的结果一致

(F/Si)/(B/O)的拟合:

$$\frac{F/Si}{B/O} = \begin{cases} k(R/R_0)^{\delta_1}, & R \leq R_0, \\ k(R/R_0)^{\delta}, & R > R_0. \end{cases}$$

(F/Si)/(B/O)比值在10GV之上可用单一幂函数($\delta = 0.052 \pm 0.007$)拟合, 说明较重宇宙线原子核的传播机制与较轻宇宙线原子核有所不同。

初次级宇宙线原子核流强谱(AMS He-Si)

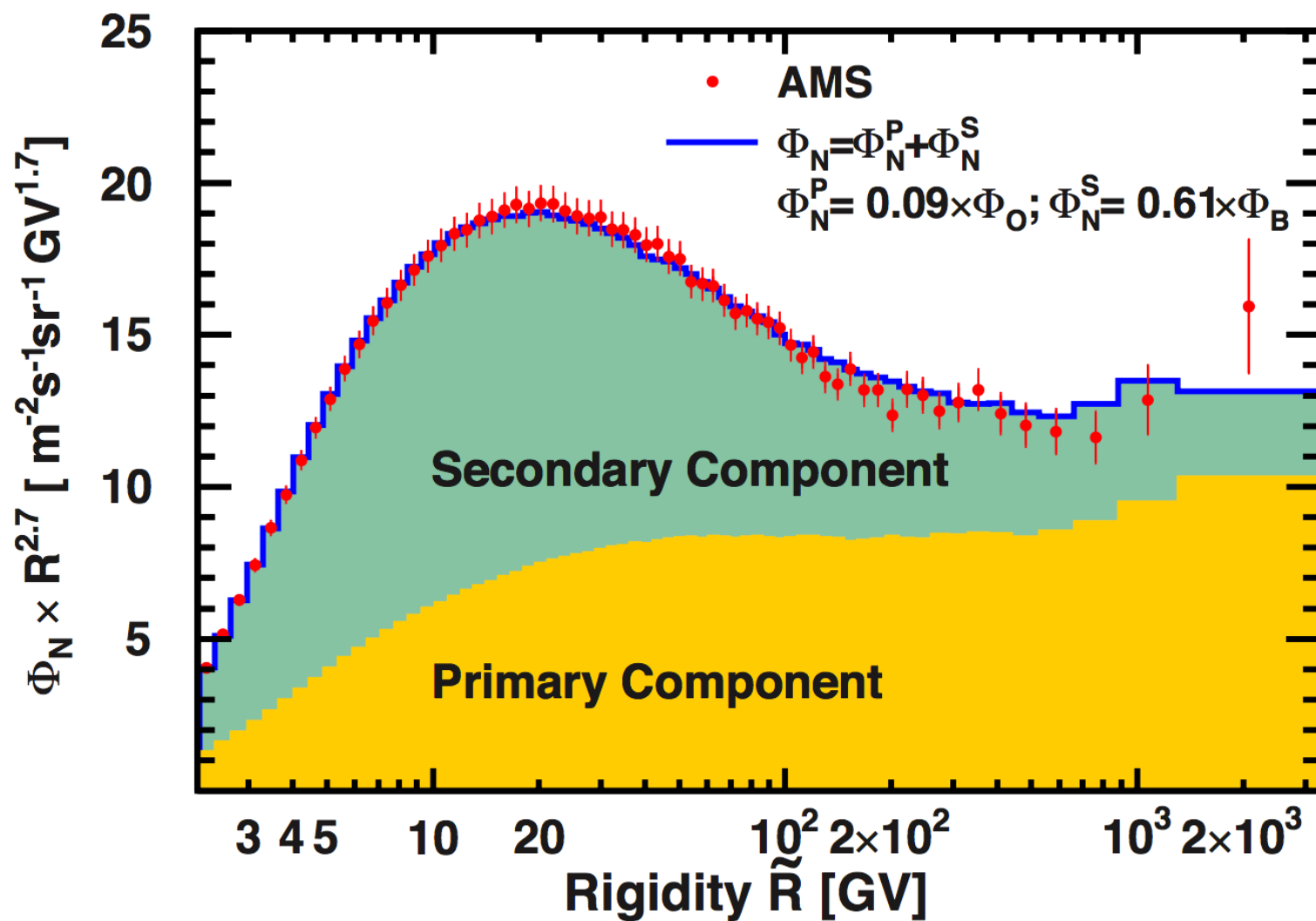


总结

- **AMS精确测量了次级宇宙线氟（ $Z=9$ ）原子核的流强谱，测量能区范围从2.15GV到2.9TV，基于AMS 8.5年（2011.5—2019.10）内收集的数据。**
- **测量结果发现，更重的次初级宇宙线原子核F/Si的流强比随刚度的变化与较轻次初级原子核B/O流强比存在明显差异，在10GV之上，两者的比值(F/Si)/(B/O)可用幂函数 R^δ 拟合($\delta = 0.052 \pm 0.007$)，这说明较重宇宙线原子核的传播机制与较轻宇宙线原子核不尽相同。**

PHYSICAL REVIEW LETTERS 126, 081102 (2021)

Back up



Flux Measurement

$$\Phi_i(R) = \frac{N_i}{T_i A_i \varepsilon_i \Delta R_i}$$

$\Phi_i(R)$: Rigidity Range [2.15,3000]GV

N_i : Selected events(need be corrected with **Background** and **Bin to Bin migration**)

T_i : Exposure Time for **8.5** years

A_i : Effective Acceptance

ε_i : Trigger efficiency and cut efficiency correction (ISS / MC)

ΔR_i : Bin width