# AMS实验测量铁原子核能谱

#### 王兆民 山东高等技术研究院

2021年8月

中国物理学会高能物理分会第十三届全国粒子物理学术会议



# 初级宇宙线

10 000 ly

•

- 初级宇宙线(H, He, C, …, Fe)是由恒星核聚 变过程产生,在超新星爆发等天体活动中加速, 然后传播至地球附近被实验观测到。
  - 测量初级宇宙线流强是理解宇宙线起源、加速 与传播等科学问题的重要手段。









宇宙线粒子进入大气层内会发生簇 射,对宇宙线的精确观测需要在大 气层以外的太空中进行 使用阿尔法磁谱仪可以测量宇宙线 粒子的动量(刚度=动量/电荷)、 电荷,鉴别电荷符号



上层飞行时间探测器(UTOF)

#### 穿越辐射探测器(TRD)



# AMS刚度测量



- 对宇宙线Fe原子核的位置分辨为5.6 μm
- L1-L9之间的距离为3 m
- AMS磁铁可以提供0.14 Tesla的磁场
- AMS对Fe原子核的最大可测量刚度为3.2 TV(即动能为83 TeV)

## 测量初级宇宙线流强的物理意义



AMS重要发现一

在60 GV以上,初级宇宙线He-C-O流强有相同的刚度依赖性



#### AMS重要发现二

较重的初级宇宙线Ne-Mg-Si在80 GV以上有相同的刚度依赖特性,但与He-C-O有不同的刚度依赖特性,因此至少存在两类初级宇宙线



#### 宇宙线流强测量

宇宙线在刚度区间[ $R_i$ ,  $R_i$ + $\Delta R_i$ ]内的流强

$$\Phi_i = \frac{N_i}{A_i \epsilon_i T_i \Delta R_i}$$

N<sub>i</sub>:宇宙线事例数

A<sub>i</sub>:有效接收度

 $\epsilon_i$ :触发效率

T<sub>i</sub>:曝光时间

 $\Delta R_i$ :刚度区间宽度

## 宇宙线Fe原子核事例选择



AMS在2.65 GV - 3.0 TV刚度范围内选出了62万个宇宙线Fe原子核

#### AMS直接测量原子核截面

(a) 从右至左入射的宇宙线测量原子核与探测器上部分(TRD+TOF)的碰撞 (b) 从左至右入射的宇宙线测量原子核与探测器下部分(TOF+RICH)的碰撞



#### 原子核碎裂截面的测量

#### AMS测量的不同原子核(Projectile)与C原子核的反应截面



\*See A. Ozawa et al, Nuclear size and related topics, Nucl. Phys. A 693 (1–2) (2001) 32–62



AMS测量Fe原子核的碎裂道

Fe

L1

#### 13

宇宙线Fe原子核流强



#### 宇宙线Fe原子核流强



宇宙线Fe、O流强刚度依赖性



16

宇宙线Fe/O流强比



#### 宇宙线源的Fe/O流强比

"slab"模型可以很好的描述Fe/O流强比,并指出在宇宙线源处,Fe/O流强比不随能量变化



结论

在初级宇宙线中:

Fe与较轻的He-C-O有相同的刚度依赖性,属于同一类宇宙线; Fe与较重的Ne-Mg-Si有不同的刚度依赖性,属于不同的宇宙线



#### AMS展望



# Back up

#### 原子核碎裂截面的测量

AMS测量的不同原子核(Projectile)在C靶上的反应截面与原子核电荷之间的关系



## 宇宙线源的Fe/O流强比



## 宇宙线源的Fe/O流强比

