

北京时间12月9日,在欧洲核子中心举行的发布会上,阿尔法磁谱仪(以下简称AMS)实验负责人、诺贝尔奖获得者丁肇中教授总结了AMS实验在国际空间站上5年的主要科学成果。东南大学参与AMS数据处理与分析的总负责人、计算机学院院长罗军舟教授介绍,AMS运行5年以来,收集到900多亿个宇宙线事件,推进了人类对宇宙线产生、加速以及传播的认识,并为探测暗物质提供重要证据。东南大学AMS数据处理中心数据处理和分析的总量,在AMS实验全球七个地区数据处理中心排行第一。

现代快报/ZAKER南京记者 金凤  
通讯员 翟梦杰



丁肇中教授(左一)参观东南大学AMS实验数据处理中心

## 东大助力丁肇中揭秘宇宙： 人类首次发现疑似反氦粒子

### 为探测暗物质提供重要证据

AMS是什么

AMS项目是第一个安置于国际空间站的强大、最灵敏的精密粒子探测装置,也是目前唯一被安放在国际空间站上的开创性大型科学实验,其目的是测量宇宙线的来源以及寻找由反物质所组成的宇宙和寻找暗物质。

东南大学参与AMS数据处理与分析的总负责人、计算机学院院长罗军舟介绍,东南大学于2002年加入AMS实验,建成了AMS实验在亚洲地区乃至世界范围内最主要的数据处理和分析中心,成功运用云计算和大数据等最新计算机技术,解决了AMS海量数据处理与分析中所面临的一系列关键技术问题,确保能够近实时地处理和海量AMS科学数据。

据悉,五年以来,AMS在国际空间站上收集的超过900亿个宇宙线事例中,能够明确

分辨的包括3亿个质子事件,1650万个电子事件,108万个正电子事件,349000个反质子事件(其中1000亿电子伏以上的事件多达2200个),以及大批重核(直至铁元素)事件。

AMS的最新结果包括测量的正电子比例,反质子-质子比,以及电子、正电子、质子、反质子、氦核以及其他核子的流强,已经发表于物理学顶级期刊《物理评论快报》。

“这些结果提供了精准且出人意料的信息,推进了人类对宇宙线产生、加速以及传播的认识,并为探测暗物质提供重要证据。尤为难得的是,AMS探测器以十亿分之一的测量精度,探测到少量疑似反氦事件,使人类见到反物质宇宙探测的曙光。”东南大学参与AMS数据处理与分析的讲师张竞慧表示。

### 观测到的大量反物质,会不会来自暗物质

研究课题

近一百年来,有很多对电子、正电子和质子流强的测量,这些测量误差很大,导致了很多不同的理论模型。目前,AMS通过对1650万电子和108万正电子的测量,显示出电子流强与正电子流的强度不同,随能量变化的行为也不一样。

过去的几十年来,对暗物质的性质以及起源的研究得到了广泛关注。暗物质粒子可能相互碰撞,产生次级粒子,一些理论模型认为,有很大的几率产生正电子和反质子等。AMS最新测量的正电子流强及正电子比例结果显示,从

8GeV开始,正电子流强与正电子比例在传统宇宙线碰撞模型的基础上开始上升,之后,在高能量处显示出急剧减少的趋势。

丁肇中曾对记者表示,暗物质碰撞产生的正电子/电子比有6个特征,其中开始点、上升速率、最高点等5个特征都已被AMS测量到,最后一个特征就是测量该谱形会不会突然下降。

宇宙中的反质子非常稀少,是质子的万分之一。AMS用了5年时间准确分辨出349000个反质子事例,其中,AMS探测到2200个能量高于

1000亿电子伏特的反质子事例。

宇宙线反质子的实验数据是了解宇宙中反质子起源的基础,同时它也将提供对新物理现象的理解。

“我们日常生活中说到电子都是负电的,现在在宇宙线中发现了比预期多很多的正电子,意味着其来源的奇特性,到底来自于哪里,有一个猜想,就是来自暗物质。”刘浩说,科学家们一直在寻找暗物质,但目前探测到的大量反物质还不知起源于哪里,是否来自暗物质也是科学家正在研究的课题。

### 首次在宇宙线中发现疑似反氦

监测到什么

这900多亿个宇宙线事件是怎么监测到的呢?曾代表东南大学在欧洲核子中心参与AMS实验的刘浩博士介绍,900多亿个宇宙线事件,是指AMS在宇宙中运行时,捕捉到了900多亿个粒子。“AMS有多个子探测器,粒子经过AMS时,会留下触发信号。这时,子探测器就像盲人摸象一样,有的探测到粒子的质量,有的探测到电荷,这些数据都传到地面上,我们就进行分析,这些粒子的身份到底是什么。”

刘浩从2011年加入AMS项目,他说,这次的研究成果中,最超出大家预期的,就是发现了疑似反氦的元素。

早在1868年,法国天文学家简森在观察日全食时,就曾在太阳光谱上观察到一条黄线D,英国天文学家洛克耶尔也

观测到这条黄线D。1895年,英国化学家莱姆赛和特拉弗斯合作,在用硫酸处理沥青铀矿时,产生一种不活泼的气体,用光谱鉴定为氦,证实了氦元素也是一种稀有气体,这种元素地球上也有,并且是非金属元素。氦主要用于保护气体、气冷式核反应堆的工作流体和超低温冷冻剂。

“地球上自然存在的氦一般是正2价的,但是这次在宇宙线中发现有负2价的。”刘浩说,反氦的发现,是因为AMS的一些子探测器发现粒子的质量属于氦3范围,但硅微条探测器显示它是负2价,“在宇宙线中发现反氦粒子,这还是首次。”

不过,张竞慧说,因为此次发现的反氦粒子并不多,所以还只能说是疑似发现。



丁肇中教授(左四)和东南大学AMS实验数据处理中心部分主要参与者合影  
通讯员供图

### 东大5年处理了相当于99万部电影的数据

数据分析

AMS在全球有7个地区数据处理中心。罗军舟介绍,5年以来,东南大学AMS数据处理中心数据处理和分析的总量超过970TB,累计贡献超过5400万CPU小时,在AMS实验全球7个地区数据处理中心排行第一,已成为世界范围内AMS实验最主要的数据处理中心之一。

970TB相当于多少数据量?如果按照一部电影有1G容量来算的话,970TB就相当于

99万部电影。

张竞慧说,AMS项目的数据分析最大的挑战在于,要将收集到的原始宇宙线数据通过近实时的高效数据处理,分析得到更精准的数据,并提供给物理学家,对宇宙线精确测量,并判别探测器提供的数据质量。

近实时的速度要求有多快?

张竞慧说,每次数据传来后,科研人员要马上计算,

然后反馈。“我们现在的网络带宽是1G,平均每天工作十几个小时,要传2T-3T的数据。有一次,要传一个200T的数据,需要好几个月,结果欧洲的专家专门跑到实验室来,用磁盘将数据拷走了。”

张竞慧说,东南大学先后有20多人次在欧洲核子中心、麻省理工学院深度参与AMS数据处理工作,该校云计算团队的专家也因此进入了国际科学的最前沿。