



主题报道  
科技篇①

## 探索之路

### 捕捉宇宙“信使” 从陪跑人到参与者

好奇心是一种最原始的动力。从古人抬头遐想并陆续提出天圆观、浑天说和地有四游，到伽利略发明第一台天文望远镜初识月球表面，再到实现登月的“一小步”以及各种飞船上天入地，人类永远带着敬畏猎奇未知。

在位于四川西南边缘，平均海拔4500米的海子山上，除了拥有1145个与苍翠辉映的湖泊外，还有一座位于海拔4410米、占地1.36平方公里的探测站正逐渐张开它的“眼睛”，企图捕捉更多天外“来客”。

这座高海拔宇宙线观测站(Large High Altitude Air Shower Observatory, 简称LHAASO, 音译“拉锁”)自2017年破土动工后,至今已约有四分之一的规模实现了科学运行。作为“十二五”国家重大科技基础设施项目,其核心目标是探索高能宇宙线起源以及相关的宇宙演化、高能天体演化和暗物质研究。

探索的背后,项目首席科学家曹臻带领我国宇宙线研究第四代人,怀着最原始的好奇心,肩负着无穷的使命感,脚踏泥路又不忘仰望星空。

华西都市报·封面新闻记者 杨晨 刘开怡 田源

## 封面



2019年9月6日 星期五

责编 王 萌  
版式 易 灵  
校对 张 晓

宇宙无限,信使有痕。作为来自外太空的唯一物质样品,宇宙线(又称宇宙射线)很可能携带着关于重大天体演化,例如宇宙深处爆炸突变、中子星碰撞以及宇宙早期活动等信息。

其是来自宇宙的高能粒子的总称,成分包括质子和各种原子核,还有少量的光子、中微子、电子等。这些来自宇宙空间的高能射线不断降落在地球,原初宇宙射线的粒子在穿过地球的“保护膜”大气层时,与大气原子核碰撞后又不间断产生“子孙孙”——次级粒子,在空中形成一阵“宇宙射线雨”。这也被称为广延大气簇射。

百年来,业界一直企图“捕捉”和研究这些“降雨”,以了解光年外的世界,宇宙线是如何产生的,具体由何方发出的,为何会加速这么高的能量……1949年,以研究高能物理粒子为目的,我国开始了在这一领域的探索。那时,曹臻口中第一代研究者张文裕留美归国后,着手在云南东川的落雪山山上建立实验室,使用传统的云室式探测器进行研究。不过到了上世纪70年代,实验室才进入“可用的状态”,又被其他国家横空出世的大型加速器实验给比了下去。

上世纪八十年代末,第二代探索者接力,开始申请启动西藏羊八井探测站建设。但与合作方日本相比,“实力”稍显悬殊。当时,日方投入的科研费达到约4000万日元(相当于当时200余万人民币),中方仅有20万元的启动资金。“那个时候我们什么都不懂,也没钱买设备,能提供的就是人和地方。”曹臻印象中,中方负责羊八井基地建设,日方则提供阵列设备。1990年元月,拥有45个探测器的羊八井一期小阵列和羊八井观测站初步建成。

“早在2000年时,我们就迎来了‘平等’的合作。”曹臻所指的即是意大利国家核科学院(INFN)与高能所合作的羊八井ARGO项目。从建设到研究,双方不管是经费,还是研发人力投入的投入,以及最后科学论文的完成发表上,都按“1:1”的比例合作分配。



LHAASO项目现场。



LHAASO项目首席科学家曹臻。

## LHAASO 三大探测阵列 组玄妙精密的 天眼阵图

经过“陪跑”到“平等”参与的这三十年来,曹臻认为中国宇宙线的研究已沉淀出了底气。“加上国家对科技的重视和投入,我们在2009年提出建立如LHAASO这样的研究计划。”在国务院发布的《国家重大科技基础设施建设中长期规划(2012-2030年)》中,高海拔宇宙线观测站项目被列为16个优先安排的重大项目之一,并于2015年12月31日获得国家发展改革委批准立项。曹臻形容,从投入规模上讲,其可以在宇宙线研究百年历史上排第二,仅次于美国在南极建起的“冰立方”中微子探测器。

“曹总”,是项目首席科学家,同时也是展示LHAASO成就或召集对接国际合作的经理人。一旦不用辗转于各种研讨、会议,他就回到海子山当“监工”,管理范围从整个工程的进度到地下管道埋放的深浅。如今在海拔4410米低缓起伏的海子山深处,LHAASO项目在1.36平方公里之上排兵布阵,逐渐摆出一张玄妙且精密的“天眼阵图”。空中俯瞰,最显眼的一块“占地”8万平方米的白色采光板,其内部是深4.5米的密闭水池(被分为1、2、3号水池)。水底即将布满拥有3000路探测单元的万切伦科夫探测器阵列。

“大白的投入,以及最后科学论文的完成发表上,都按‘1:1’的比例合作分配。”

阵搭配的,是每隔30米就布设一个高2.5米的土堆,“包裹”的是缪子探测器。这两种探测器共同组成了约1平方公里的复合阵列。建成后,它们将分别达到5195个和1171个。

水池两角,未来将有12台顶筒集装箱式样的广角切伦科夫望远镜组成阵列,各自配合着完成360度无死角守望。

“建成后,三种探测器阵列分工有所不同,相互间可印证且补充。”曹臻举例,望远镜阵列记录的就是宇宙线到达地面前在空中发展的全过程,而其他两个阵列则捕捉到达后的瞬间信息。“这样高度复合型且能够覆盖多能段的探测阵列在全世界少见。”

曹臻还表示,项目内缪子探测器的阵列未来将达到4万平方米,当属世界规模最大。今年已投运的首批探测器,比目前世界上最灵敏的同类装置,灵敏度高出约30%。

“建成后,三种探测器阵列分工有所不同,相互间可印证且补充。”曹臻举例,望远镜阵列记录的就是宇宙线到达地面前在空中发展的全过程,而其他两个阵列则捕捉到达后的瞬间信息。“这样高度复合型且能够覆盖多能段的探测阵列在全世界少见。”

曹臻还表示,项目内缪子探测器的阵列未来将达到4万平方米,当属世界规模最大。今年已投运的首批探测器,比目前世界上最灵敏的同类装置,灵敏度高出约30%。

曹臻举例,望远镜阵列记录的就是宇宙线到达地面前在空中发展的全过程,而其他两个阵列则捕捉到达后的瞬间信息。“这样高度复合型且能够覆盖多能段的探测阵列在全世界少见。”

曹臻还表示,项目内缪子探测器的阵列未来将达到4万平方米,当属世界规模最大。今年已投运的首批探测器,比目前世界上最灵敏的同类装置,灵敏度高出约30%。



# 中国猎人欲解宇宙线起源世纪之谜 脚踏泥地 仰望星空

## LHAASO项目首席科学家 曹臻

## 名词解释 宇宙线

### 传递“宇宙大事件”的“信使”

宇宙线又称宇宙射线,是来自宇宙空间的高能粒子流。作为来自外太空的唯一物质样品,宇宙线很可能携带着关于重大天体演化,例如宇宙深处爆炸突变、中子星碰撞以及宇宙早期活动等信息。科学家将其形象地称为“宇宙陨石”,视之为传递“宇宙大事件”的“信使”。宇宙线被发现100多年来,源头从未被找到。LHAASO项目的核心目标,是探索高能宇宙线起源以及相关的宇宙演化、高能天体演化和暗物质研究。



## 人物名片 曹臻

1987年到高能物理所宇宙线研究室念研究生,1994获物理学博士学位。现为高海拔宇宙线观测站项目首席科学家、中国科学院高能物理研究所研究员。他带领我国宇宙线研究第四代人,怀着最原始的好奇心,破解宇宙线起源这个世纪之谜。他们好像一群追逐永恒未知的马拉松跑者,身着统一的蓝色背心上,提醒着共同的身份和新的起跑点:“LHAASO,4410米”。

## 高度精密 “快门”速度是普通相机百万倍 观测宇宙线的速度和变化 能监测太阳活动 对通讯卫星的影响

2002年,美国国家研究理事会将宇宙线起源列入新世纪宇宙物理领域的11个“世纪之谜”。

围绕宇宙线在哪里产生,如何产生,怎样传递这三个核心难点,科学家至今仍在不断探索。

为何宇宙线探测站选址高原地区?宇宙线与我们日常生活有何联系?带着疑问,华西都市报·封面新闻记者对LHAASO项目首席科学家曹臻进行了专访。

封面新闻:为何宇宙线探测站选址高原地区,LHAASO项目为何落户在海子山? 曹臻:宇宙线粒子穿过大气层时容易被吸收,越是在海拔高、空气稀薄的地方设置探测器,其捕捉的灵敏度越高,接收到宇宙线粒子信号的可能性越大。

海子山平均海拔4410米,地势较为平坦。而且后勤基地可以建在五十多公里外的稻城县,比较方便。而且具有稳定的电力、通讯和水源条件,方便科研人员的生活和工作。10公里外就没有一个机场,对外交通条件也有保障。



水切伦科夫探测器。



广角切伦科夫望远镜。

法想象的宇宙加速器。科学家是最有好奇心的一群人,对未知的渴望使我们继续去探索甚至学习宇宙深处的加速器,对宇宙和人类未来作更深入的解读。

最开始在日地空间里,有很多宇宙线被观测到。我们通过监测这些宇宙线的速度和变化来监测太阳的活动,比如日冕物质喷射。因为日冕物质喷射破坏了太阳风的流动,产生的干扰会影响到地球,甚至引发悲剧结果。

另外,形象来讲,地球就相当于一个大坝,太阳风粒子就如“洪水”。这些电磁粒子涌入地球磁场低轨时,生活在地球上的人类因为地磁场的保护很安全,但却会破坏在那里的通讯卫星。而这可能会对地面上移动通信,即我们手机的使用等造成影响。

因此,我们在观测这些宇宙线的同时,其实也在注意和防范这些干扰和破坏。

封面新闻:目前LHAASO项目的建设情况以及进展如何? 曹臻:目前整体情况是四分之一规模已建成并投入科学运行。其中,水切伦科夫探测器,也就是中间大水池已完成接近三分之一规模已投入运行。

至今年7月底,一千多个电磁粒子探测器和四台广角切伦科夫望远镜已投入运行,缪子探测器投入运行的规模达到几乎四分之一规模。

建设情况方面,今年11月份,达百分之六十规模的水切伦科夫探测器阵列将完成建设。地面探测阵列,即电磁粒子探测器加上缪子探测器于今年年底将完成二分之一的建成规模。

华西都市报·封面新闻记者 杨晨 刘开怡

## 探秘宇宙线的人 他们的“情人节”为“天外来客”浪漫命名

经过一年多时间的建设,如今的LHAASO项目即将初具规模。稍显单调和枯燥的研究生活里,研究人员们也特别敏感,悉心呵护和记录着基地里发生的每一个变化。



探测器安装现场。

虽然项目约四分之一规模的探测器实现了科学运行,且“表现很好”;累计已收集了过亿的数据。但在一二月份测试运行期间,探测器接收到的信号一点都不热烈。

而在今年的2月14日晚,一个能量级约30TeV(1TeV=1万亿电子伏特)高能伽马射线粒子的降临,让项目组瞬间兴奋了起来。

当时,这个粒子与大气层碰撞产生的次级粒子密度数落到了1号水池,这里已运行的900路水切伦科夫探测器单元中有872个接收到它的信号。第二天一早,曹臻回复了一句。其中,“Event”即为术语“事例”的英文。

“这名字好,正比之于咱们正中心,一见钟情啊。”曹臻说,微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

华西都市报·封面新闻记者 杨晨 刘开怡

太平园·国际家居博览城 TAI PING YUAN INTERNATIONAL FURNITURE EXPO MALL 太平园 双流店

# 2019太平园首届 秋季家具订货会

时间:9月7日至10日

订货满3000元 送 200元家具购物券

## 秋季川派家具 新品发布会

时间:9月7日14:00

新品发布品牌

### 缘梦圆家居 YUNMOON