



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消息。

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”，又被他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。

不久后，已是高能物理所宇宙线研究室研究生的曹臻，进入羊八井当了值班观测人员。“感觉就是去当助手，根据观测数据写成并拿到国际上发表的文章，都是由日方主导。”而且羊八井的经费并不能支撑一个后勤班子的运营，所有的运输、采购、基建等都由科研人员承担。

“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。

2017年，LHAASO项目在稻城县海子山上破土动工。曹臻的角色发生了变化。如今他被项目研究人员称为



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

“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。大白板的前方，按边长15米的正三角形阵来排布的电磁粒子探测器星罗密布。和点

## 自主创新 对表精度达0.2纳秒 技术成果属 全世界最高级

有时，收集的数据需要各个探测阵列的相互印证，但粒子到达地球的时间差是纳秒级的，所以达到精确同步是基本又关键的条件。曹臻介绍，整个项目对表定时系统的研发，交给了来自清华的团队。其成果实现了0.2纳秒的对表精度，当属全世界最高级。0.2纳秒是什么概念呢？1个纳秒等于10亿分之一秒，而0.2纳秒则要精确到50亿分之一秒。光是宇宙中传输最快的速度，光走一米的距离，需要3.3个纳秒。LHAASO自主研发的技术突破，不只这一个。在水切伦科夫探测器阵列中，收集宇宙线信息主要靠一种如灯泡样子的光电倍增管，

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台顶着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之前在空气中发展的全过程，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之前在空气中发展的全过程，而其他两个阵列则捕捉到达后的瞬间信息。”

曹臻表示，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之前在空气中发展的全过程，而其他两个阵列则捕捉到达后的瞬间信息。

曹臻表示，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消息。

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。

现为高能物理研究所宇宙线项目首席科学家、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

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、怎样传播这三个核心难点，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。

曹臻解释，望远镜实质是一种光学紫外探测器。天暗了“开门迎客”，粒子喷射的光到达装置时，先会被围住一块共5平方米、由25块镜子六角形密排组成的球面镜收集并反射到对面的成像探头上。

“机箱上每一个长方体格子里都有个光的漏斗，光信号漏进之后就打在里面的硅光电管上，并放大转化为电信号。”曹臻称当后台读取时，尽管看到的面积仍是厘米级，但其实际已是成像放大一百万倍的效果。机箱也如照相机一样，分布着1024个像素，每一个像素对信号的响应时间都在纳秒级别，“快门”速度是普通相机的一百万倍。

曹臻估计，基本上成像速率在100个赫兹左右，即每秒帧周期为一百次。“晚上观测时间就有六七个小时，收集的数据可想而知。”

(感谢采访期间LHAASO项目所有研究人员的支持。切伦科夫探测器阵列分总体阵列首席主任、中科院高能物理研究所李瑞博士、型透镜激光标定负责人张勇以及张奕鹏老师等亦对此文有贡献)



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。

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格，让项目瞬间火爆了起来。

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。

“这个名字，正比之于箭正中靶心，一箭钟情啊。”曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

## 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中，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格，让项目瞬间火爆了起来。

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。

“这个名字，正比之于箭正中靶心，一箭钟情啊。”曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

曹臻说，微信群里有人来了个精彩的“点赞”。

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

成都市双流区西航港大道北段333号 028 85879555  
路线:地铁三号线龙桥路站F出口\公交线路:10、368、516、813、双流1、6路,时代·奥特莱斯站下