

在海拔超4400米的地方“观天逐日” ——探秘四川稻城大科学装置(上)

“平均海拔超过4400米的稻城海子山上，高海拔宇宙线观测站犹如一张大网，覆盖面积1.36平方公里，静静铺在稻城海子山上，昼夜不停地捕捉“天外来客”宇宙线的踪迹。

11月16日，这张大网向世界发布重大发现：困扰学界多年的宇宙线“膝”形成之谜，首次获得了关键性观测证据。

稻城县城不远的傍河边，目前全球规模最大的综合孔径射电望远镜——直径1公里、313个6米口径天线组成的“圆环阵”逐日而动，为提升空间天气精准预报能力提供重要支撑……



位于四川省稻城县海子山上的高海拔宇宙线观测站。

望宇：在高原之上「追光」

地处青藏高原东南麓的四川甘孜藏族自治州稻城县，平均海拔约3750米。凭借得天独厚的自然观测条件，这一人口仅约3万人的高原小县已成为中国深空探测的重镇，众多“追光”“问天”的科技工作者聚首于此。大国重器眺望深空探寻宇宙奥秘，不断拓展人类认知“视界”。

深秋时节，稻城县寒风猎猎，飘着小雪。在海拔4411米、全球最高民用机场的稻城亚丁机场，又一次迎来了这位熟悉的客人——高海拔宇宙线观测站(LHAASO，简称“拉索”)首席科学家、中国科学院高能物理研究所曹臻院士。

“拉索”这一大科学装置自2016年开建以来，曹臻院士数不清多少次飞上高原了。这次，他要到现场查看大型超高能伽马源立体跟踪装置项目的进展。

“拉索”装置离机场约10公里，放眼望去，古冰川地貌的海子山延绵不断，荒芜辽阔、巨石无数，大小湖泊如星辰落地。

“2014年秋天，第一次来海子山踏勘选址就遇到了狼，就在山头蹲着。山上没有房屋，晚上扎帐篷睡觉，狼群就在附近边转边叫。”回忆起当时情景，曹臻眼中依然闪着光。

就在这片高寒缺氧、荒凉无边之地，中国科学家们为寻找宇宙线开垦拓荒。

肉眼看不见的宇宙线是来自外太空的高能粒子流，它与电磁波、引力波并称为观测宇宙的三大“信使”。自100多年前宇宙线被发现以来，相关研究不断取得新突破，但宇宙线起源和加速机制的问题一直是待解之谜。

解答这道世纪谜题，需要性能更强大的探测器。“拉索”正是瞄准这一重大科学难题而建。从2009年在北京香山科学会议提出建设构想，到2015年定址海子山，再到2023年“拉索”通过国家验收，曹臻带领团队历时14年，建成了我国自主设计建造的世界海拔最高、规模最大、灵敏度最强的伽马射线探测装置。

捕捉：触摸宇宙线起源的答案

从高处俯瞰，“拉索”这张圆形大网，由诸多看似土堆的节点等组成。网内汇聚了捕捉宇宙线粒子的高手——采用4种先进探测技术的探测器近万个，组成大型复合探测阵列。

当宇宙线粒子来访地球，大网便开始精密捕捉。位于大网中心的三个密闭“大水池”，是水切伦科夫探测器阵列，专伺捕捉宇宙线与大气层作用产生的“粒子雨”信息。18个“蓝箱子”位于“大水池”外一侧，箱子里装着广角切伦科夫望远镜，捕捉宇宙线与大气作用产生的微光来探测宇宙线。5216个电磁粒子探测器与1188个缪子探测器散布在“大水池”四周，如同撒在大饼上的芝麻，组成地面簇射粒子探测器阵列，能寻找和筛选伽马光子。

这张大网面积还在拓展。“蓝箱子”旁，科研人员 and 工人裹着棉衣正抓紧装调和检测成像大气切伦科夫望远镜，直径6米的圆盘上，54片反射镜闪闪发亮——这就是曹臻牵挂的大型超高能伽马源立体跟踪装置。

这样的望远镜在“拉索”大网内将陆续布局32台。凭借“拉索”这一观天利器，中国科学家已率先触摸到宇宙线起源的答案轮廓，而新装备要让答案更加清晰。

“相当于给‘拉索’增加了一双火眼金睛，使其空间分辨率提升5倍以上。这将助力‘拉索’看得更清楚。”曹臻说。

稻城因高海拔、地面平整、交通便利、地方支持等诸多有利条件，得到了越来越多科学家的青睐。在“拉索”建成后，稻城又接连迎来新的重量级科学装置。

从“拉索”装置向东南一个多小时的车程、稻城县城旁边的一块四面环山的草地上，安置着由中国科学院国

家空间科学中心牵头建设的“十三五”国家重大科技基础设施子午工程二期的标志性设备圆环阵太阳射电成像望远镜(简称“圆环阵”)。313部直径6米的抛物面天线，犹如散开的蒲公英，它们以一座百米高的定标塔为圆心，均匀分布在1公里直径的圆环上，像向日葵般跟随太阳转动。

“圆环阵”，其主要任务是监测地球空间天气事件的主要源头——太阳“打喷嚏”(即太阳爆发活动)。“太阳‘打喷嚏’，地球空间天气等可能会‘感冒’，为地球提供监测服务的科学设备也会受到影响。”中国科学院国家空间科学中心研究员、圆环阵太阳射电成像望远镜主任设计师阎敬业解释说，太阳爆发时的高能粒子团辐射出不同频率的电磁波信号，电磁波8分钟能从太阳到达地球，而高能粒子抵达地球需要几十个小时，通过“时间差”就能进行预报和预警。

2023年9月，通过工艺验收的“圆环阵”精准“预报”了一次太阳爆发事件，仅使用圆环阵探测的图像和频谱，就实现了1.5亿公里传播时间预报，误差低于1.16个小时，使空间天气预报更精准。

在海拔4700米的稻城无名山上，“2.5米大视场高分辨率太阳望远镜”配套项目的基建现场正紧锣密鼓施工。目前，望远镜本体即将建造完毕。望远镜计划在2026年底完成配套项目基建及望远镜总装，并进行整体性能调试，将成为全球最大的轴对称太阳望远镜。

“除了‘拉索’‘圆环阵’，新的大科学装置接踵而至。这里正成为中国深空探测的前沿高地，成为科学的热土。”曹臻说。

文图均据新华社