

『观天逐日』

探秘四川稻城大科学装置

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。近日，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……地处青藏高原东南麓的四川甘孜藏族自治州稻城县，已成为中国深空探测的重镇。



圆环阵射电望远镜(无人机照片)。新华社发

望宇：在高原之上“追光”

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年开工建设以来，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连绵不断，荒芜辽阔、巨石无数，大小湖泊如星辰落地。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。

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3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的相互作用产生的“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，捕捉宇宙线与大气的相互作用产生的微弱光信号。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，科研人员和工人裹着棉衣正抓紧装调和检测成像大切伦科夫望远镜，直径6米的圆盘上，54片反射镜闪闪发光——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”大网内将持续布局32台。凭借“拉索”这一观天利器，中国科学家已率先触碰到宇宙线起源的答案轮廓，而新装备要让答案更加清晰。

“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二期工程二期的标志性设备圆环阵射电望远镜(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。

求索：挺进科研“无人区”

从捕捉电磁波到观测宇宙线，探测技术的进步不断拓展着人类认识宇宙的边界，雪域高原见证了中国科学家一次次对浩瀚星河的探索。

曹臻说，宇宙线能量跨度极大，能量越高的宇宙线，需要更大的探测器阵列面积，对超高能宇宙线的观测，“上山”是唯一手段。“拉索”选址历时6年，团队成员跑遍青海、四川、云南、西藏等地考察，最终选定四川稻城县。

高海拔为天文观测提供了绝佳环境的同时，也意味着在观测站的生活和工作条件艰苦。在海子山高寒地带，曹臻带领科研团队一待就是4年。

“拉索”很多不起眼的“部件”都有极其严苛的基建指标。基地3个“大水池”就是科研建设啃下的“硬骨头”。

“为捕捉粒子在水中发出的微光，水体建筑必须绝对防光；要确保水底探测设备正常工作，需满足冬季水体不能结冰等要求。”吴超勇举例，“拿保温防漏来说，水池中注入35万吨水后，总水量每天变化率控制在3‰以内，当室外温度降至-35℃时保证池内不结冰。这一‘小体量’工程采取独特的结构设计，实现了国内高寒地区的诸多创举。”

于“圆环阵”而言，让313台天线一致“对焦”太阳并不容易。阎敬业说，科研团队突破了中心定标和单通道多环绝对定位定标等关键技术，能实时监测626条接收链路、近5000个光纤接口，将大规模公里级光电混合复杂链路“跑偏”幅度控制在小于1.5度。

大科学装置运行后，一份份捷报从稻城传来：“圆环阵”发现一颗罕见的长周期脉冲星，有望揭示孤立长周期脉冲星的起源新机制；监测到传播距离达5个太阳半径的射电日冕物质抛射；我国空间天气预报精度不断提高。

“拉索”推动中国宇宙线研究从“跟

跑”到“领跑”的跨越式发展，我国科学家率先触碰到宇宙线起源的答案：观测到最高能伽马光子、精确测定标准烛光蟹状星云的超高能段亮度、确认首个超级宇宙线源……

最令“拉索”装置团队兴奋的是，在“千年一遇”的宇宙最亮“烟花”观测中，“拉索”大放异彩——2022年10月，“拉索”完整记录了迄今最亮伽马暴GRB 221009A的万亿电子伏特伽马射线爆发全过程，“拉索”国际合作组在此基础上取得一系列观测研究成果，刷新了对伽马暴的认知。

攀登：迈向科学更高峰

从荒原无人区到科研无人区，新时代中国科技创新步伐铿锵，生动展现出科研人员加快高水平科技自立自强的精气神。中国宇宙线实验研究从20世纪50年代起步，“拉索”是继云南东川落雪山宇宙线实验室、西藏羊八井国际宇宙线观测站之后的第三代高山宇宙线观测站。

这是中国科学院高能物理研究所门口相传的一个真实故事，20世纪60年代，在一次国际宇宙线会议上，提起中国宇宙线的研究情况，一位外国同行举右手比了一个大大的“零”。

一定要发出中国人的声音！从“零”起步一路追赶，一代代科学家在高原上接续奋斗，探秘深空脚步不曾停歇。

建大科学装置，规模大、难度高，建设者们用行动诠释了“挑战高海拔、战胜不可能”的攻坚精神。稻城每年10月开始霜冻，土建施工期只有半年，为尽早出成果，他们争分夺秒。

稻城康巴汉子降央曲批曾作为当地工人，参与了“圆环阵”装置的天线安装。令他难忘的是，“北京来的科研人员克服高原，在山上呆了一个多月，白天背着氧气罐在户外调试天线设备，晚上就在机房打地铺”。

大科学装置汇聚了国内一大批各行业、各领域的高水平科研人员，他们在高原上跑出了中国速度：“圆环阵”建成时间比预计提早了5个月；“拉索”从2017年主体工程开工建设，到2021年全阵列建成，仅用了4年。

创造工程建设速度奇迹的同时，大国重器实现了多项重大自主技术创新，新型举国体制正是攻坚克难的底气。在多家单位集智攻关下，“圆环阵”从样机研制到联调联试，突破了数百项技术难题；“拉索”设计和建设期间，50多家科研院所、高校、企业的数百名科研人员协同合作，攻克了硅光电倍增管相机技术、无触发数据获取系统等一系列关键核心技术。

如今，“拉索”正以开放共享的科学精神，向国内外高校和科研机构开放科研设施平台与观测数据，已有来自中、法、泰、俄、巴基斯坦等国家的32个天体物理研究机构成为国际合作组成员单位。“拉索”数据通过自动化处理和传输技术从海子山出发，传向世界各地。

海拔6033米的央迈勇，是稻城亚丁引人注目的最高峰；而在稻城的海子山、无名山上，大科学装置的高地正在崛起，助力中国不断攀登新的科学高峰！ 新华

『沙湾』记忆

【初识“沙湾”】

笔者初识“沙湾”，是在幼儿园(现在湛江国际会展中心所在地附近)读中班时。那时，从赤坎旧城区去“沙湾”的“新线”是只有不足10米宽的海滨路，而现在从体育北路去到当时的幼儿园，则只有一条小土路。小土路两旁是高高的丘陵坡，幼儿园就设在坡顶上，园舍全都是平房。当时幼儿园是一周寄宿制，到周末，舅舅便骑自行车接笔者，经海滨路到赤坎南京路回家。那时，海滨路两旁的木麻黄树挺拔高耸，透过它特有细细的针叶，可以看到一边是湛江砖瓦厂绵延数里长路的厂区，以及井然有序的工人新村。另一边，则是湛蓝湛蓝的“沙湾海”。木麻黄林带从路旁延伸到白茫茫的沙滩，海湾中不时出现点点白帆。这就是笔者儿时对沙湾的印象。

【“沙湾”变迁】

小学时，笔者常到海萍村的同学家去玩。离海萍村不远则是东园村，当时的村庄被篱竹围起来，只在村边留有木栏杆作为出入口。

东园村位于“沙湾”的区域虽与赤坎旧城区相隔不远，一直到上世纪的60年代末、70年代初，都维持着篱竹围村的村貌。直到上世纪80年代中期，一些厂企向现海北路两旁迁移，再加上海棠小区及百园小区先后的开发，东园村便融入了其中。

1954年，西赤(西是西营，后改为霞山)第二条公路——海滨路(现海滨大道)

许多地方都有“沙湾”这个地名，赤坎也有一个“沙湾”，不少人以为现在的金沙湾就是赤坎的“沙湾”，其实不然。赤坎的“沙湾”范围甚广，过去，过了“游泳棚”(现赤坎游泳场)至现在的体育南路都是“沙湾”的范围，在这个范围的核心区域有一条“沙湾村”，“沙湾”范围内的海湾也曾被称为“沙湾海”。原来的“沙湾路”曾为海滨路的一段——“海滨七路”，上世纪90年代初扩建改造海滨路后，赤坎城区扩展至现百园路一带，“海滨七路”便改为了现在的海北路。海北路的两座桥分别称“沙湾一号桥”和“沙湾二号桥”。

■ 霍自强

建设贯通，“沙湾”核心地带的沙湾村被分为东村与西村。上世纪90年代末兴建湛江国际会展中心中心时，为改善美化“沙湾”一带的城市环境，沙湾西村被整体改造为城市绿地及新街区。

1969年，为解决赤坎旧城区创业路和“三民两大路”一带街区因海潮上涨及台风带来的潮水等问题，“沙湾海”开始筑堤，大堤起点就是沙湾西村旧址。项目于1969年正式开始动工，当时，笔者正在上小学5年级，也为大堤建设挑过土，搬过石，有幸见证了建设的过程。大堤高12米，全长近2公里。大堤外表是天然麻青石，靠海一侧建有一米高的防护墙，靠调顺岛附近还建有一个水闸。大堤仅用一年多时间便合拢建成，定名“军民大堤”，后改为“军民路”。

【“沙湾”崛起】

上世纪80年代中期开辟了两个滨海街区，其中一个便在“沙湾”。于是，从“军民大堤”的航运码头至现在的“绿化达标广场”，这片与“沙湾村”为邻的昔日海滩，很快便耸立起一排排崭新的住宅楼，取名“金沙湾新城”。再后来，一条2公里长的金沙湾观海长廊建成，成为了“沙湾”的新名片；随后，湛江国际会展中心、湛江水上运动中心和一批各具特色的星级酒店陆续落成。

现在，“沙湾”已成为湛江一湾两岸的核心标志区域。在昔日属于郊外的海湾边，得天独厚的海滨浴场，还有原生态的红树林、不时游弋的游艇和轮船，构成金沙湾观海长廊这里的特色景观，刻画出一道美妙的海湾城市天际线。



赤坎金沙湾海滨浴场，已成为湛江标志性的滨海休闲地标。本报记者 刘翼城 摄

古老的灵冈庙

■文/图 陈志坚

灵冈庙地处雷州市雷城街道办下河社区调会村，又名“大塔庙”、“白马庙”，始建年代不详，宋乾道年间(1165—1173年)两次修葺，最近为清光绪九年(1903年)重修。2010年12月，灵冈庙公布为湛江市文物保护单位；2019年4月，灵冈庙被公布为第九批广东省文物保护单位。

灵冈庙坐北向南，面宽11米，进深20.66米，面积227平方米，硬山顶砖木结构，三进四合院式建筑。建筑中轴线设有山门、拜亭、正殿、东西庑；山门和拜亭饰有土星形封火山墙，山墙以三层叠涩曲线浮塑构筑，采用白、褐、黑三色相交替，层次分明；正殿饰有火星形如意纹封火山墙，屋



灵冈庙仍保存着清代建筑风格。

脊为方形祥云夔龙纹脊翘，线条流畅。庙内檐下有人物、山水、花草等壁画，美轮美奂。

大凡祠庙奉祀，古来都是有功德于民者，民敬为神圣诚心祭祀。诸如伏波庙祀颂西汉伏波将军平南有功于雷；雷祖祠祀颂雷祖陈文玉统一雷州的丰功伟绩；天后宫庙祀颂林默娘护国救世、河清海晏、德泽雷阳……灵冈庙奉祀的是宋时封为“白马忠懿王”的董晋。

清光绪八年(1882年)署知府张震云撰《雷郡白马庙记》详载：“白马神董晋，东晋时人，性孝友，世居江西分宁，分宁者，即今之武宁县也。兄弟三人，神居季，当时或称为董三，业治为生。今武宁县城南内尚有铁炉巷，相传为神铸剑处。后师许旌阳学道，斩蛟立功，遂为旌阳部将，宋时封为“白马忠懿王”。

灵冈庙史上曾多次修葺，现仍保存着清代建筑风格。门额“灵冈庙”三字挺秀雄劲，门前楹联系清末广东大才子、著名书画家、擎雷山人陈乔森敬书，笔法俊逸潇洒。庙内现存有清光绪壬午署知府张震云撰《雷郡白马庙记》碑刻、乾隆五十六年、道光辛丑、光绪三十年等重修碑刻7通，清代铁钟、铁炉及民国时期石炉、木匾等。

“讲文明 树新风”公益广告

关爱未成年人
就是关爱未来