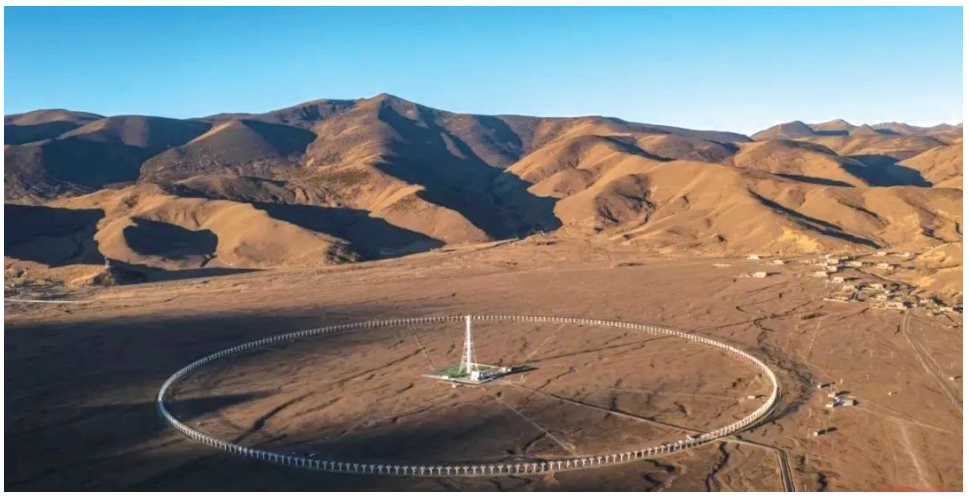
能拍太阳“打喷嚏”？观天神器出新款！



在四川省稻城县金珠镇的花海间，藏着一个由数百面白色反射面天线组成的巨大的圆环形望远镜阵列，圆环的正中心有一个约百米高的铁塔。这就是正在建设中的国家重大科技基础设施子午工程二期标志性设备之一——圆环阵太阳射电成像望远镜(DSRT)。

上月完成系统集成，进入联调联试阶段，这标志着当前全球规模最大的太阳射电成像望远镜已初步成型。它被当地居民称为“千眼天珠”，由中国科学院国家空间科学中心牵头建设，核心任务是实时监测地球空间天气事件的源头——太阳。

“千眼天珠”由313台直径6米的天线构成，天线均匀分布在直径1公里的圆环上，圆环中心100米高的定标塔为整个观测链路提供定标基准。一眼望去，很容易被这个“庞然大物”深深震撼。

“千眼天珠”盯着太阳打喷嚏

太阳是离我们最近的恒星，给地球和人类带来了光和热，孕育了地球上的生命。但是它也有“打喷嚏”的时候——会发生爆发，强烈的太阳爆发会释放出100亿颗百万吨级原子弹的能量。每朝着地球打一个“大喷嚏”，就会向地球抛射出来的带电粒子，等离子体团携带的巨大能量将对地球的磁场、电离层、高层大气密度产生严重的影响，有可能导致地球轨道的卫星受损，地球上的通信网络、电网等受到影响。

随着科学技术的发展，空间天气事件对人类社会的影响就非常严重了。中国科学院国家空间科学中心天气室副研究员、圆环阵太阳射电成像望远镜项目副主任设计师武林表示，地球空间天气事件的源头就是太阳。子午工程正是关注空间天气。

武林表示，“千眼天珠”作为其中重要的组成部分，最主要科学目标就是每天盯着太阳看。看它什么时候“打喷嚏”，“喷嚏”的方向和速度。

“千眼天珠”建成后，能够实现实时监测太阳，监测太阳射电耀斑，跟踪日冕物质抛射(CME)的形成、演化和进入行星际的全过程。科学家也可以得到精确的高能粒子到达地球的时间，从而为卫星、通信设施、电网等正常运行提供空间天气预警，保障各种设备的运行安全。

精巧设计让观测技术换代升级

射电望远镜的天线越大，空间分辨率越高。但是天线的大小不能光看物理尺寸，还要看电尺寸，也就是物理尺寸和观测波长之比。

DSRT天线阵的直径虽然只有1公里，采用综合孔径的成像方法，相当于把一个巨大的镜头分解成很多小的孔径，每个小孔径都同步接收外界的信号，然后再把所有小孔径接收的信号加在一起，就等效为一个大孔径天线。

也由于太阳的辐射强度非常高，并不需要很高的观测灵敏度，满阵的“性价比”就不高了，可以拿掉很多小孔径，再通过一系列复杂的信号干涉处理来成像，仍然可实现大孔径的角度分辨率。拿掉很多小孔径的操作就叫稀疏化，利用稀疏化的小孔径成像的过程就叫综合孔径。

不但简化了系统，还能像照相机一样，按一下快门，就可以给整个视场拍个照，不再需要逐点扫描，这就解决了大视场同时监测的问题。

DSRT天线阵之所以采用圆环阵列构型，也是由综合孔径的具体实现方法——相关处理和图像反演决定的。它是太阳射电观测领域的更新换代产品，将是世界上同频段成像质量最高的太阳射电天文台，将为太阳物理、空间天气研究和预报提供非常可靠和实时的观测数据。

建设中的子午工程二期圆环阵太阳射电成像望远镜。

四年建设，共同攻下数百难关

这个全球规模最大的望远镜可是经过了四年的建设，离不开科研团队的付出和努力。

翻看“千眼天珠”的建设时间表会发现，项目建设的节奏先慢后快：2019年获批立项建设，而真正的313个天线的大系统建设却到2021年末才开始。

因为系统建设规模大、研制难度高，为了充分释放技术风险，项目组采用了“三步走”的建设方案。

第一步，试水，先建起两座小天线，进行系统研制；

第二步，验证，建起更复杂的16座天线系统，开展验证研制；

最终，才启动313单元大系统的建设。

在这个过程中，武林和同事杨洋协调各外协单位，从样机研制到联调联试，排查和解决了数百项技术难题。16单元验证系统建成时，天线单元数量仅有国际同频段观测设备的1/3，但其针对太阳活动区的观测结果已优于同类。这样一来，系统的整体功能和性能指标得到了验证，大系统建设的技术风险得到了充分释放。

到了建设阶段，承担分系统研制的各外协单位的建设者们既要克服疫情，又要对抗高寒缺氧的影响，持续在海拔3800米的高原上战斗。最终，皇天不负有心人，设备系统集成工作比预计时间提前50天完成。

双喜临门，同样关注太阳爆发活动的试验卫星“羲和号”也传出好消息。据“羲和号”首席科学家丁明德透露，“羲和号”同时测量到太阳光球和色球的较差自转以及成功捕捉到一次罕见的X1级大耀斑，对于进一步深入认识太阳活动的起源和演化具有重要意义。

预计2023年6月圆环阵太阳射电成像望远镜项目就能完成系统联调联试，进入试运行阶段，全面投入科学研究。

届时，太阳两大护法圆环阵太阳射电成像望远镜和“羲和号”，都将帮我们紧盯太阳动向，为应对太阳爆发贡献力量。

综合 四川日报 科技日报 国家空间科学中心
图片 川观新闻 自贡网 见习记者 卢颖 实习生 陈雍仪