

探索太阳 国产重器不断“上新”

对太阳的探索始终是人类追求的目标。除了利用人工智能利器——“金乌”，我国的科研团队一直持续开发新工具，以多维度、多方式探索太阳的奥秘。从中国首颗太阳探测科学技术试验卫星“羲和号”，到我国综合性太阳探测专用卫星“夸父一号”——先进天基太阳天文台(ASO-S)，再到3月份成功验收的圆环阵太阳射电成像望远镜，这些“利器”都为我国科学家在“探日之路”上阔步前行提供了坚实的支持。

“羲和号”：我国首位太阳专属“摄影师”

“羲和号”于2021年10月发射升空，运行于平均高度为517千米的太阳同步轨道，主要科学载荷为太阳H α 成像光谱仪。“羲和号”升空以来，国家航天局组织航天科技集团、南京大学、中国科学院等任务单位，圆满完成了“羲和号”在轨测试和试验工作。

据介绍，作为我国首位太阳专属“摄影师”，它已成功实现了国际首次空间太阳H α 波段光谱扫描成像，国际首次在轨获取太阳H α 谱线、Si I谱线和Fe I谱线的精细结构。根据这些谱线的精细结构，可反演出高精度的全日面色球和光球多普勒速度场，发生在太阳大气中的活动可被详细记录到，进而研究太阳活动的物理过程。

除太阳科学探测取得的成果外，在新型卫星技术试验方面，“羲和号”在国际上首次实现

了主从协同非接触“双超”(超高指向精度、超高稳定性)卫星平台技术在轨性能验证及工程应用，实现了国际首台太阳空间H α 成像光谱仪在轨应用，实现了国际首台原子鉴频太阳测速导航仪在轨验证。

“双超”卫星平台解决了传统卫星平台微振动“难测、难控”的技术难题，采用磁浮控制技术，确保载荷成像不受平台振动的影响，让拍照“更稳、更准”，将我国卫星平台的姿态控制水平提升了1到2个数量级。



“羲和号”卫星示意图

图源国家航天局

“夸父一号”：开启新的探日之路

我国综合性太阳探测专用卫星“夸父一号”——先进天基太阳天文台(ASO-S)于2022年10月在酒泉卫星发射中心发射升空。“夸父一号”的探日之路为何开启？又如何推进？“夸父一号”有哪些绝活儿？

中国科学院紫金山天文台研究员甘为群介绍，“夸父一号”上搭载了三个载荷，它们既有组合优势，也各有各的特色和本领。

“夸父一号”上搭载的全日面矢量磁像仪可以观测太阳的全日面矢量磁像数据，它的观测灵敏度和时间分辨率在国际上同类探测器中位居前列；莱曼阿尔法太阳望远镜对应着太阳观测的“新窗口”，可能带回全新的太阳物理信息；而太阳硬X射线成像仪可以对X射线成像，其傅里叶分量在空间调制同类设备中最高。

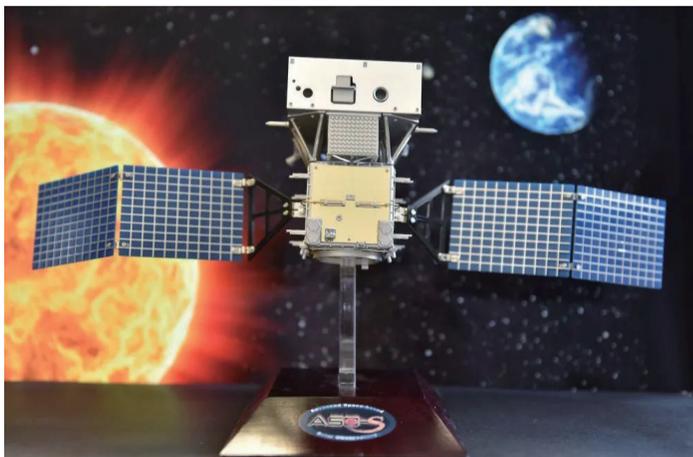
“夸父一号”能干哪些事？“夸父一号”的科学目标总结起来是“一磁两暴”。“一磁”指的是太阳磁场，“两暴”指的是太阳上两类最剧烈的爆发现象，即太阳耀斑和日冕物质抛射。搞清楚了三者之间的联系，不仅有助于认识太阳活动是怎样形成和演化的，对预报空间天气也将提

供重要的物理基础。除了做科研，“夸父一号”还有潜力成为一名空间天气“预报员”和“研究员”。“卫星上搭载的莱曼阿尔法太阳望远镜，可以‘看见’日冕物质抛射的规模、方向、速度，提前40小时左右对灾害性空间天气事件发出预警。”甘为群说。

2021年10月，我国已经发射了国内首颗太阳探测科学技术试验卫星“羲和号”。同为探日卫星，“夸父一号”和“羲和号”有什么不同？甘为群解释说，“羲和号”是我国探日工程的“探路者”。发射成功后，它除了开

展卫星平台超高指向精度、超高稳定性技术试验，上面的主载荷“H α 成像光谱仪”经过一段时间的在轨调试，已经达到预期的观测效果。高时间分辨率地获取全日面H α 光谱扫描成像，观测和研究色球动力学，是“羲和号”的主要特色。

而“夸父一号”全称为先进天基太阳天文台。它是我国第一颗综合性太阳探测专用卫星，实现对太阳“一磁两暴”多波段和空间拓展上的组合观测是其主要特色。



“夸父一号”模型照片

图源研制团队



子午工程二期大型监测设备之圆环阵太阳射电成像望远镜
图源新华社

子午工程二期：覆盖日地空间全圈层

2025年3月21日，国家重大科技基础设施——空间环境地基综合监测网(子午工程二期)正式通过国家验收。子午工程二期是国际首个覆盖日地空间全圈层(太阳风、磁层、电离层、中高层大气)的综合性空间环境地基监测设施。这标志着我国空间环境地基监测能力跃居世界领先地位，为全球空间天气研究贡献出中国方案。

日地空间是人类开展航天活动、开发利用空间的主要区域。灾害性空间天气可导致卫星失效、通信中断、导航偏差、电网瘫痪等重大风险，威胁国家安全与民生基础设施。

子午工程二期的建成，实现了覆盖广度、技术深度和探测精度的多维度突破，将显著提升我国空间天气预报预警能力，为抢占空间科技战略制高点提供强大助力。

子午工程二期于2019年11月开工建设，由中国科学院国家空间科学中心牵头，联合8个部门的15家单位协同攻关，创新性构建“一链、三网、四聚焦”的监测体系，实现从太阳表面爆发、行星际传播到地球空间响应的全链条追踪监测。

在我国本土、地球南北极区实现对近地空间(地磁、电离层、中高层大气)的协同网络化监测，从而助力日地空间环境整体变化机理、空间物理基本物理过程等前沿科学研究，并为我国空间天气预报和预警服务提供关键的自主数

据输入。

子午工程二期建成了一批大型监测设备。

例如全球最大综合孔径射电望远镜——圆环阵太阳射电成像望远镜，实现了连续稳定的太阳射电成像、频谱观测能力，以及日冕射电活动的三维层析。

全球探测能力最强的三站式相控阵非相干散射雷达，实现上千公里电离层的CT扫描。

填补国际超级双极光雷达网监测空白的中纬高频雷达，实现南北纵深超4000千米，东西跨度超10000千米的亚洲扇区中高纬电离层环境的连续监测。

我国首台用于行星际闪烁监测望远镜，太阳风三维结构反演能力国际先进。

子午工程二期已经连续获取空间环境观测数据，并对外提供数据共享服务，持续产出系列成果。

在试运行期间，工程展现出卓越性能，如成功捕捉到2024年5月超级磁暴事件，完整记录日地空间环境对太阳活动响应的全过程，展现了其对空间天气事件的快速、高精度、全局监测能力。

目前子午工程一期和二期已融合运行。子午工程将吸引全球科学家开展合作研究，为了解人类生存继陆海空环境之后的“第四环境”做出重大贡献。中国科学家还以子午工程为基础，率先提出并主导实施了国际子午圈大科学计划。