

# “风云家族”7颗卫星都在忙什么

■文 / 崔兴毅

“风云三号E星、风云四号B星两颗风云气象‘新星’的主要数据产品将向全球用户开放共享。”近日，在世界气象组织（WMO）执行理事会第75次会议上，中国气象局党组书记、局长庄国泰宣布。

能够服务全球，这两颗卫星有啥武艺？

据介绍，风云三号E星是全球首颗民用晨昏轨道业务卫星，填补了全球数值天气预报模式在晨昏时段的卫星观测资料空白；风云四号B星是我国新一代静止轨道气象卫星的首发业务星，具备分钟级250米分辨率区域成像能力。这两颗卫星及其地面应用系统于今年6月转入业务试运行。

这只是“风云家族”两个最新成员，到现在，我国已成功发射19颗风云气象卫星，其中7颗在轨运行。作为敏锐的太空哨兵，它们在浩瀚银河都“忙”些什么？

## 百姓“冷暖星”：俯瞰风云变幻

这几天，暴雨和高温“唱主角”。据中央气象台预报，7月11日至13日，一条新雨带即将横跨东西，影响我国西北地区东部至华北中南部等地。面对复杂的天气形势，预报员们心中有底：风云气象卫星时刻监测风云变幻，提供着及时、丰富的观测数据，气流动向一览无余。

国家卫星气象中心服务首席任素玲表示，10年前，风云气象卫星每半小时甚至一小时才生成一张云图，空间分辨率为几公里，而如今的风云四号气象卫星产品，时空分辨率最高可达1分钟和250米。

前不久，江南、华南地区遭遇强降雨，中央气象台发布暴雨和强对流天气预警。在同一时间的浩瀚太空中，7颗风云气象卫星紧盯风云变幻，每5分钟生成一张中国及周边区域云图，每1分钟生成一张指定区域云图。

无论是90%的暴雨预警准确率，还是提前40分钟的强对流天气预警时间，抑或首次实现对全球范围台风的预报……我国气象预报水平的提高与观测技术的发展密不可分。

“我国台风预报取得长足进步，风云气象卫星立下汗马功劳。”中央气象台台风与海洋气象预报中心首席预报员许映龙介绍，2021年，处于在轨测试阶段的风云四号B星搭载的快速成像仪，对台风“烟花”进行了1分钟连续高频观测。静止气象卫星与极轨气象卫星联合，为预报员实时分析和研判台风风雨影响提供了重要支撑。今年7月2日，台风“暹芭”登陆广东，华南多地现极端降雨，佛山市气象台提前一小时发布龙卷警报，为当地防御灾害和人员撤离争取了时间。



卫星监测数据不但可以精准反映天气系统变化，还可以通过数据同化技术融入数值预报模式，进一步提升预报精度。

值得一提的是，我国在国际上首次实现了静止轨道红外高光谱大气探测仪——风云四号A星大气垂直探测仪的观测业务同化，提高了台风、暴雨等灾害性天气的预报精度。在2018年对“玛莉亚”等台风的目标观测和同化中，风云四号气象卫星表现不俗。数值预报与风云四号卫星探测仪“天地互动”，开展了预报需求驱动的目标观测和同化，15分钟分辨率的探测仪目标观测资料同化到中国气象局全球四维变分同化系统中。

结果表明，高时间、高光谱分辨率资料显著改进了模式对台风路径以及副热带高压强度、位置的预报。欧洲气象卫星开发组织原首席科学家 Johannes Schmets 评价：“这是地球静止轨道大气探测同化应用的里程碑。”2018年至2021年，中国气象局科研团队共开展9次目标观测同化，台风24小时和48小时路径预报平均提高10%。

## 粮食“守护星”：“慧眼”知天而作

俗语说“看天吃饭”。气象条件对农业生产有着重要影响。卫星则是捕捉气象条件和农业生产情况的一双“慧眼”。

今年的夏收是一场硬仗。2021年，我国北方经历了罕见秋汛，多地冬小麦播期推迟，苗情偏差，夺取夏粮丰收遇到极大挑战。

“为打赢这场夏粮保卫战，气象部门在卫星遥感方面加强与农业农村部门及种粮大省联动，建立国省两级农业气象遥感监测联动机制，利用多源卫星遥感资料综合研判冬小麦长势情况，及时向有关部门提供了作物长势及气象条件影响的分析报告，为相关部门开展冬小麦春管工作提供了有力的技术支撑。”



风云三号E星搭载的微光型中分辨率光谱成像仪，具备在晨昏轨道监测灯光信息的能力，可实现对城市灯光影像的动态监测。

国家气象中心正研级高级工程师吴门新表示，如今麦收已近尾声，收获情况良好，农业气象遥感服务得到各方的好评。从“看天吃饭”到“知天而作”，卫星遥感使农业生产从未知走向已知，将被动化为主动。

“农业气象遥感工作的实质是定性或定量评价过去及未来的气象条件对作物生长的影响情况。快速准确地掌握作物种植空间分布，能提高作物种植分布与气象要素分布的时空匹配精度，对于提高农业气象灾害监测预警和作物产量气象预报的准确性具有重要意义。”国家卫星气象中心副研究员张明伟介绍，今年5月，中国气象局“国-省-市/县”一体化大宗作物分布遥感监测体系初步建成，高空间分辨率的冬小麦分布遥感产品首次应用于中国气象局夏收粮食作物产量气象预报和农业气象灾害监测预警业务，为保障粮食丰收增添“利器”。

要实现“饭碗主要装中国粮”，还要加强对我国主要粮食作物的监测与管理。近年来，中国气象局、中国科学院、农业农村部等将风云气象卫星资料作为数据源，开展国内外重要产粮区气象灾害监测及小麦、玉米、水稻和大豆等主要粮食作物长势监测与产量估算，为科

学决策提供了重要可靠的参考依据。

“农业气象灾害对我国粮食产量影响很大，其中干旱的影响最甚。”在中国农业科学院研究员毛彪看来，地表温度和土壤水分是干旱监测中的重要参数，以前主要通过气象站点获取相关数据，但站点相对稀疏，空间代表性不够，人工方式又费时费力。

据了解，随着气象卫星的发展，波段数量和辐射分辨率不断优化，其红外遥感数据可反演地表温度，微波亮温数据可反演土壤水分，给气象灾害监测预警及作物长势监测、产量估算提供了有力支撑。

遥感定量反演产品的农作物与农田环境参数，以风云气象卫星数据为基础，为作物生长模型、数据同化系统以及作物估产等应用提供了可靠的农作物生长关键参数，为田间农业管理提供有价值的参考。

随着风云三号E星、风云四号B星及其地面应用系统业务的试运行，未来农业卫星遥感业务发展将有更多可能。

## 生态“监测星”：赋能美丽中国

“卫星监测图像显示，太湖西部沿岸区和湖区出现蓝藻水华。”近日，

一份气象卫星监测报告送至中国气象局办公室和江苏省气象局、生态环境厅、水利厅等相关部门。随后，一场部门联动、属地协同的蓝藻防控行动迅速展开，实现对蓝藻水华的早发现、早介入、早处置。

这得益于风云气象卫星拥有较强的对地监测能力，其中静止气象卫星可提供对中国及周边区域5分钟一次的监测，并可对指定区域1分钟生成一次云图，三颗极轨气象卫星能提供每天6次高分辨率覆盖全球的监测。据介绍，利用多星组网、协同观测的优势，风云气象卫星还能实现对全球和重点地区生态环境状况高时间分辨率和高空间分辨率的动态监测评估，帮助决策部门更快作出反应。

察汗淖尔湖，坐落于内蒙古自治区乌兰察布市商都县与河北省张家口市康保县交界处，是华北地区最大的内陆咸水湖，过去因缺乏系统性保护，生态一度遭到严重破坏。

2020年，内蒙古、河北两地察汗淖尔湿地保护和修复专项协作机制建立。两年后的今天，察汗淖尔的生态系统修复进展如何？

“与去年同期相比，4月察汗淖尔区域植被指数提高8.5%，水体面积增加0.2平方公里。”这份数据清晰的专报，正是依据风云三号气象卫星的数据制作而成，为评估察汗淖尔生态环境治理情况提供了重要依据。

通过卫星广播、互联网及遥感应用业务系统等多种方式，如今，风云气象卫星数据和产品已被广泛应用于生态监测。

国家卫星气象中心还建立了2000年以来植被、地表温度、水体、蓝藻水华、沙尘、积雪等长序列卫星遥感数据集，并联合多地编制了植被、城市热岛、水体、蓝藻水华、沙尘、积雪、火情等10余项技术导则。完成卫星遥感应用系统（SMART）2.0及3.0版本研制，在全国气象部门中使用，并推广到多个国家。

今年6月，风云三号E星、风云四号B星及其地面应用系统转入业务试运行。中国气象局首席服务专家、国家卫星气象中心正研级高级工程师韩秀珍介绍，风云三号E星搭载的微光型中分辨率光谱成像仪，具备在晨昏轨道监测灯光信息的能力，可实现对城市灯光影像的动态监测。随着双星闪耀太空，其生态监测能力得到进一步增强。

目前，我国已为124个国家和地区提供风云卫星资料和产品，其中包括生态环境和自然灾害监测评估。30个国家注册成为应急保障机制国际用户，面向42个国家开通绿色通道，来自100多个国家的1200多名学员接受了风云卫星应用专题培训，我们的“生态朋友圈”正日益拓展。□

（本文来源：《光明日报》）

# 中国科学家用机器人给兵马俑画像

■文 / 孙正好 蔡馨逸

旋转环绕180度，一键式自动扫描，数分钟后，一尊兵马俑的形状与纹理数据收集、合成就已完成。在位于古都西安市的西北大学，机器人正替代人工手持扫描，对珍贵文物进行画像并留存。

这种机器人学名为文物外观快速采集建模装置，是中国科学家利用机器视觉、机械臂等技术，花费1年时间研发而成的。研发者是西北大学教师许阳。其博士毕业于北京航空航天大学仪器光电学院，从事过火箭、飞机的视觉测量

技术研究。他将常用于航空航天制造领域的机械臂技术引入文物保护工作。

“机械臂最主要的作用是替代人工进行数据采集。我们使用的机械臂长度达到1.5米，能使文物的数字化采集具备自动化和人工干预少的显著优势。”许阳说。

他介绍，这款机器人的“眼睛”由结构光三维扫描仪与高分辨率彩色相机构成，名为文物外观数据采集模块。它的机械臂则类似于躯体，大直径旋转平台形同双脚。采集过程中，承载了文物外观数据采集模块的机械臂，

布置在旋转平台两侧，通过各自环绕文物旋转180度，实现文物外观数据的完整采集。

“通过条纹投射器向文物表面投射结构光，并借助两台工业相机拍摄的结构光图像，对结构光进行解码。配合机械臂的运动还有转台的旋转，最后完成对文物表面三维形貌的完整采集。”许阳说。

相比人工手持扫描，机器人采集方式避免了对文物造成干扰甚至损伤。“采集过程中，文物被放置在旋转平台中央的非旋转区域，始终保持静止状态。机

械臂承载的采集模块隔空进行拍摄，最大限度地减少了对文物的干扰、破坏。”

这种数字化采集方式显著提升了采集效率。“以一尊兵马俑为例，如果用人工方式测量、拍照，可能需要半天时间。”许阳说，“用我们研发的文物外观快速采集建模装置，按一个自动扫描键，耗时约5分钟就能自动完成整个扫描步骤，再通过按一个自动处理按钮，计算出文物表面的三维数据。全程10分钟不到，实现了文物形状与纹理数据的自动采集与合成。”

此外，测量精度的提高也是该项技

术的显著优势。“我们的采样密度非常高，点云的点距最小可达0.1毫米。纹理信息的采集分辨率会更高一些，能做到0.05毫米。最终生成一张带有纹理图像的文物三维模型。在虚拟环境中，我们可以对它开展虚拟修复。”许阳说。

目前，这种数字化采集方式将逐步在中国国家博物馆等机构投入使用。“这将显著提高我们馆藏文物数字化的效率。我们打算研发不同的系列，比如针对小尺寸或大尺寸文物的不同采集设备，实现更高效的采集。”许阳说。□

（本文来源：新华社）