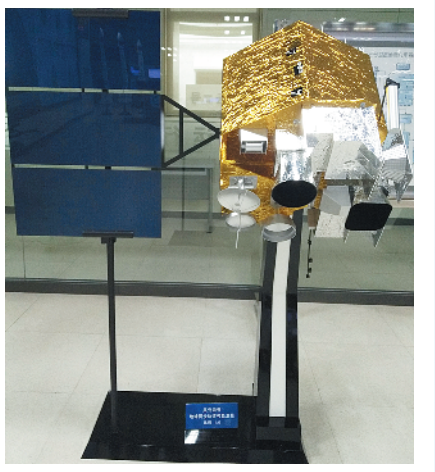
9月25日，我国新一代静止轨道气象卫星风云四号正式交付用户投入使用，标志着我国静止轨道气象卫星观测系统实现了更新换代——

风云“卫士”表现真不俗

经济日报·中国经济网记者 杜 芳

热点追踪

强降雨突袭京津冀、台风强势入侵华南、长江流域汛情急缓……这一切风云变幻都无法逃脱3.6万公里外的一双“火眼金睛”——风云四号。自去年底在太空“上岗”以来，“风四”“兢兢业业”，不眠不休传回一张张高清云图，为天气预报带来全新的观测手段



▲ 风云四号气象卫星模型。

◀ 风云四号气象卫星传回的数据已经成为中央气象台预报员分析天气形势的重要参考。 杜 芳摄

中国气象局日前召开的风云四号A星在轨测试总结评审会上，评审委员会认为，风云四号A星的各项功能、性能指标符合研制总要求，第一阶段在轨测试取得圆满成功，卫星已具备在轨交付条件。9月25日，风云四号终于正式交付用户投入使用，这标志着我国静止轨道气象卫星观测系统实现了更新换代，对于保证我国静止气象观测业务的连续、可靠和稳定运行，提高我国航天事业和气象事业的国际地位和影响力具有重大意义。

高技能遥测神州风云

风云四号携带了不少“秘密武器”，填补了气象观测的盲区，从而成为世界气象卫星家族中的明星

风云四号A星在轨测试期间，正值季节转换，天气形势复杂，沙尘、强对流、台风等灾害性天气轮番登场。可这些并没有难倒风云四号，在利用这颗卫星获取观测资料，实时形成的专题应用服务产品中，多通道扫描成像辐射计能清晰地识别出沙尘细节纹理，以及台风内部中小尺度云系结构；闪电成像仪也能清楚观测到中国及周边区域的闪电信息。

看得清楚只是风云四号的优势之一，在某些领域，风云四号填补了气象观测的盲区，其技能甚至超越了家族前辈卫星风云二号。

记者在中国气象局看到一张来自风云四号的彩色卫星云图，层层叠叠的云气犹如沸水，咕嘟咕嘟涌动不休，有些稍显蓝色，有些则是正常的白色。中国工程院院士许健民告诉记者，这是冰云水云的区别所致，这方面的观测数据对民航安全非常重要。过去，依据风云二号的云图做这方面天气分析时，需要非常专业的经验和非常高的水平。而现在，风云四号专门增加了看冰云和水云的通道，令它们之间的转换一目了然。

风云四号能交出一份份耀眼的答卷，离不开自身携带的“秘密武器”。其搭载的扫描成像辐射计主要承担获取云图的任务，共14通道，是风云二号5通道的近3倍，在观测云、水汽、植被、地表的基础上，还具备了捕捉气溶胶、雪的能力，并且能清晰区分云的不同相态和高、中层水汽。

值得一提的是，风云四号首次制作出彩色卫星云图，最快1分钟生成一次区域观测图像，青藏高原湖泊、黄海细胞状云系、西伯利亚积雪、赤道附近热带对流等，均清楚可见。许健民评价其“云系结构和地物特征层次丰富、纹理清晰”。

事实上，风云四号不但在国内大显神威，在国际上也声名显赫，是世界气象卫星家族里的一颗明星。据风云四号卫星系统总师董瑶海介绍，“风四”搭载的干涉式大气垂直探测仪是国际上首台在静止轨道上以红外高光谱干涉分光方式探测大气垂直结构的精密遥感仪器，实现了在静止轨道上从二维观测进入三维综合观测。闪电成像仪则是亚太地区首次研制发射的同类载荷，测试数据印证了其可对我国及周边区域闪电进行探测，进而实现强对流天气的监测和跟踪，提供闪电灾害预警。此外，空间天气仪器包具备监测太阳活动和空间环境的能力，探测通道数量、探测精度显著提高。

“领跑”之路历尽坎坷

为达到超高精度要求，科研人员殚精竭虑，先后攻克了数道技术难题，成功在一颗卫星上解决了发达国家用数颗卫星才解决的问题

作为新一代静止气象卫星，风云四号是我国气象卫星从跟跑、并跑转向领跑的实现者和见证者，对推动气象防灾减灾有较大促进作用，代表当今世界气象卫星先进水平。然而，“风四”领跑之路并不是一帆风顺的，而是经历了诸多艰难坎坷。

风云四号卫星的精度要求非常高。中国科学院上海技物所副所长丁雷介绍，卫星要在3.6万公里之外看地面500米的目标，相当于万里高空往一个小口里面扔钢镚，难度之大可想而知。

“就拿卫星上面高精度的仪器大气垂直探测仪来说，原来基本上类似的仪器是在实验室做分析用的，为得到一个非常稳定的环境，我们一般都把它放在气浮平台上。现在要把这样一个高精度的仪器挂到天上去，还要和其他仪器放在一个平台，这就要求其控制精度和安装精度全是在微米量级的。”丁雷说。

为克服微振动影响，研制团队在对卫星10余个转动部件的振动特性与传递路径的分析、试验基础上，提出了微振动测量与抑制的方法，并在工程上成功实现了振源隔振装置和有效载荷隔振装置的研制。相当于给单机坐上“软沙发”，成功隔绝平台微小的振动影响，微振动抑制效率达到90%以上，为探测仪器的正常运转提供了良好力学环境。

风云四号地面应用系统总师张志清表示，经过几个月的运行，卫星与地面应用系统的总体设计方案被验证是正确的。这是国际上首次将探测仪和成像仪两个主要载荷放在同一个卫星平台来工作的尝试，试验数据已验证设计方案的正确可行，不但节省了资源，而且实现了集约化、提高了效率。

与此同时，风云四号在太空里的高难度“舞姿”——三轴稳定姿态工作方式，其技术也被证明突破了静止气象卫星的图像导航和配准技术的世界性难题。

据了解，美国同类气象卫星自上世纪90年代开始，至2006年，共计发射了6颗三轴稳定的静止气象卫星后，才真正实现高轨卫星的三轴稳定控制。而我国在风云四号这一颗卫星上就解决发达国家数颗卫星才解决的问题。

“相对于风云二号的自旋控制，三轴稳定控制可以大幅度提高卫星对地观测的时间和效率，也可以更大限度满足多载荷装载的要求。”董瑶海介绍。

太空成果落地应用

太空工作环境恶劣，导致卫星得来的数据必须经过地面应用系统处理，才能成为最后的产品。为此，配套的星地一体化技术应运而生

由于在恶劣的太空环境中工作，卫星获取的原始数据往往无法直接使用。“卫星一直都是一面照着太阳，一面处在低温冷空，照着太阳的一面温度可达100至200摄氏度，另一面则是零下100至200摄氏度。巨大的温差会导致任何一个航天器变形，在这样的平台上，观测仪器的指向也会发生改变。因此卫星轨道在变、姿态在变、光轴的指向在变，这样得来的数据必须经过地面应用系统处理，才能成为最后的产品。”张志清说。

为将风云四号的成果真正落地应用，科研人员配套了星地一体化技术。“我们在地面应用系统里专门有一套轨道测量系统，可以将卫星的空间位置精确到30米。为解决热变形带来的问题，我们通过卫星上的导航配准系统，结合地面系统，实现了高精度的图像定位和配准处理。”张志清说。

看似杂乱无章的原始数据经过层层“抽丝剥茧”，整合形成一张以卫星为视角拍摄的地球灰白“CT图”，而想要让原始数据进阶成为“一级数据”，必须要作数据预处理。这主要是完成定位和定标两项工作。前者是告诉用户观测目标在哪里，后者是告诉用户来自于目标的辐射。

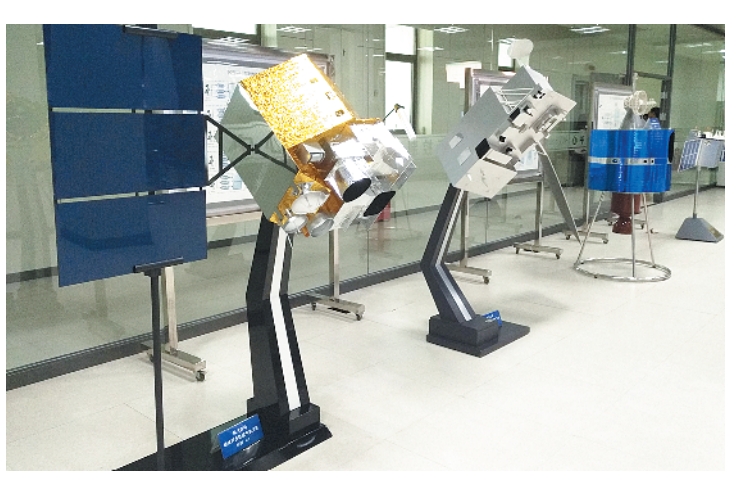
对于老百姓来说，这些数据切实的意义在于：如果再次发生如同北京“7·21”那样的局地突发暴雨，风云四号可以凭借着区域凝视，提前更多时间获得观测结果；对于灾害天气的环境场变化，依托先进的多通道扫描成像辐射计、干涉式大气垂直探测仪等，将提供高频次的观测，看得更准确更清楚；此外，还将有气溶胶检测产品，提供一定数据来支撑今后的雾霾观测……

据了解，风云四号A星在轨测试分为两个阶段。在首阶段，卫星主要功能和性能测试完成后，技术团队将在今年底前开展地面应用系统测试，为正式业务运行做好准备；在轨测试完成后，将陆续提供包括云、气溶胶、辐射、降水、海面地表参数、大气温湿度垂直廓线、闪电和空间环境监测等60多种定量化产品，为气象、农业、水利、林业、环境、能源、航天航空、海洋等部门提供更多服务。

中国工程院院士许健民在介绍风云卫星运行情况。 杜 芳摄

笑看气象“风云”榜

谷 夏



中国气象局里陈列着几代气象卫星模型。 杜 芳摄

风云四号A星上岗还不满一年，就成为我国汛期气象服务不可或缺的“保障者”，其提供的连续高清遥感图像成为气象预报业务的重要支撑。这也意味着，在我国第二代极轨气象卫星风云三号资料进入数值预报，静止气象卫星风云二号双星加密观测的基础上，我国气象卫星已实现“三世同堂”携手观测的壮观局面。

历数党的十八大以来的风云榜单，气象卫星接踵上天，成绩斐然。2013年9月23日，风云三号C星发射成功；2014年12月31日，风云二号G星发射成功；2016年12月11日，风云四号A星发射成功。配合此前业务运行的风云系列气象卫星，我国气象观测成功实现由试验业务型向应用服务型转变，为各项气象工作提供了不可或缺的观测依据。

目前，我国有8颗风云气象卫星在轨运行，其中有6颗用于业务运行。风云系列气象卫星为81个国家和地区的用户提供高时效气象卫星数据，并覆盖“一带一路”沿线的37个国家和地区，广泛应用于气象预报、防灾减灾、科学研究等领域。

在气象业务保障上，风云家族的卫星成员各有奇招。风云二号实现了6分钟的高频次区域观测新业务能力，使得我国静止卫星及仪器设计在与国际水平相差一代（约20年）的前提下，观测时效接近国外现役静止轨道业务卫星。其中，2015年台风24小时路径预报误差首次小于70公里，风云二号的高频次区域观测发挥了重要作用。

风云三号C星是我国第二代极轨气象卫星中第一颗业务卫星，投入运行后，与风云三号B星一起形成上、下午星组网观测，实现了全球、全天候、多光谱、三维、定量对地遥感探测，确保我国极轨气象卫星业务的连续稳定运行。

目前，风云四号A星第一阶段在轨测试圆满完成，其各项功能、性能指标符合研制总要求已具备在轨交付条件。中国工程院院士许健民表示，风云四号A星提供的最高500米分辨率可见光云图的图像质量显著提高，预计对一线预报人员判识天气和数值天气预报水平，将起到重大推动作用。

如今，我国已经成为世界上少数几个同时拥有极轨和静止轨道气象卫星的国家之一。极轨气象卫星实现了升级换代和上、下午星组网观测，随着风云四号A星的成功发射，静止轨道气象卫星也实现了升级换代，并形成了“多星在轨、组网观测、统筹运行、互为备份”的业务格局。

同时，我国卫星资料应用正逐渐从单纯“看图”走向定量应用。风云三号的微波湿度计、微波成像仪和全球掩星大气探测仪资料成功进入中国气象局数值预报业务系统同化系统，改进了对台风、暴雨等灾害性天气系统的预报效果。我国的全球定量化遥感产品及时监测到荷兰和俄罗斯等地大火，以及我国西部沙尘、渤海大雾、淮河流域洪涝、贵州雨雪冰冻、黄河凌汛、太湖蓝藻等自然灾害，在防灾减灾、灾害监测中产生巨大效益。风云三号微波湿度计辐射率资料已被纳入欧洲中期数值预报中心和英国气象局等国际顶尖级数值预报研究与业务运行机构的业务系统，产生了较好效益。

气象卫星服务经济社会发展的效益正加速显现。2016年，风云卫星遥感数据服务网注册用户增长30%，涵盖气象、电力、生态保护和环境治理业、农业、水利管理、航空运输业等98个行业。

我国风云卫星是全球对地观测气象卫星中的重要成员，观测数据面向全球开放、实时共享。据国家卫星气象中心主任杨军介绍，风云系列气象卫星具备数据直接广播功能，参与国际数据交换，为81个国家和地区的用户提供高时效大气和地球环境观测数据。此外，风云系列静止轨道气象卫星的观测范围对“一带一路”沿线具有良好覆盖，是很多国家开展天气预报、气候预测、防灾减灾和科学研究的重要工具。

科技万象

医学机器人：

给神经外科医生当助手

本报记者 冯其予

“现在，医学领域正朝着精准医学的理念方向发展，医学机器人在临床上的广泛应用正符合这种趋势。”日前，在北京科技交流学术月活动——“青年创新前沿论坛”上，来自首都医科大学宣武医院的神经外科医师白洪亮详细介绍了多功能机器人在神经外科手术上的应用。

医学机器人在3个方面具有比较明显的特征：首先是具有一个完整的术前计划；其次是可以对患者的实际颅脑位置进行匹配；第三是进行机器人的辅助定位操作，定位精度小于1毫米。“比如，法国研发的ROSA多功能机器人，就是非常精准的机器人。”白洪亮介绍。

那么，机器人在临床中究竟有何优势呢？与人类相比，机器人在手术中的精准程度、安全性保障以及病灶定位方面，均有比较明显的优势。

比如，在神经内窥镜的手术中，医学机器人通过制定手术计划，配合神经内镜精准确定肿瘤切除大小和范围，帮助医生实现安全范围操作。“机器人在术中可以提供导航和精细操作，误差仅达0.1毫米，移动的最小范围可达0.1毫米。”白洪亮指出，相对于人手的晃动，机器人可以非常稳定地实现安全操作。

因此，机器人大幅提升了手术中的安全性。比如在传统手术中，颅内多发肿瘤的处理难度很大，一旦手术创伤过大，就会对患者脑功能产生影响。而机器人可以利用激光探头导航，在颅脑狭窄的视野空间中为医生实时显示肿瘤切除范围和大小，判断手术位置。在颅脑穿刺过程中，往往会经过大脑很多组织和结构。因此，医生会利用医学机器人在三维层面调整手术方案，避开会造成大出血的关键部位。此外，医学机器人还能帮助医生实施精准的3D化疗以及干细胞植入技术，保证药物能在1到2毫米的位置上发生作用，大大提升手术安全性。

在癫痫病灶的定位中，医学机器人的发挥空间更大。白洪亮指出，癫痫发作具有多种原因，肿瘤、创伤、出血等，明确病灶才能利于治疗。但是，很多患者的病灶很难定位，这就需要植入电极采集电生理信号，辅助定位。如果使用传统方法，每位患者植入10个电极约需6小时，而使用机器人植入仅需1个小时，可以大大减少手术时间，并减少患者术中麻酥时间，从而缩短创后康复时间。

在机器人辅助下，医生的手术速度更快。“以前，双侧脑深部电刺激疗法（DBS）植入约需1.5至2小时，在机器人ROSA的辅助下，大概在1小时左右。”白洪亮指出，医学机器人可以帮助医生减少手术时间，也减少了手术中可能出现的风险，真正助推了神经外科的精准性；对于患者而言，能够接受更加精准微创的治疗，并减少身体损伤，受益匪浅。

最新研究显示——

减肥能否成功与性格有关

据新华社电 澳大利亚研究机构日前报告说，他们通过对9万多名成年人进行的调查，总结出5大类性格，探讨各类人群减肥的“性格障碍”。

澳联邦科学与工业研究组织进行的这项“节食与性格”调查发现，具有“思考型”性格的人属于完美主义者，对自己的行为有很高期待，但遭遇困境时更容易放弃。“贪婪型”性格者的问题是对美食的抵抗力较差。

调查显示，约37%的受访者属于“思考型”性格。这类人倾向于过度分析其行为过程，因此很容易产生挫败感，从而放弃减肥努力。约26%的人属于“贪婪型”性格，他们很难抗拒美食诱惑。另有约17%的人属于“社交型”性格，美食与美酒在他们活跃的社交生活中占据重要地位，所以他们要想保持健康的饮食习惯关键是要有灵活度。约16%的人属于“美食家型”，他们的日常饮食较为健康，体重通常在正常范围内。4%属于“随意型”，他们吃东西随心所欲，55%的人属于肥胖。

行为科学家西妮德·戈利说：“如果你以前减肥不成功，那么先好好了解一下自己的性格和节食方式吧，这也许是解决问题的钥匙。”

研究证明：减肥最有效而又健康的方法应该是好的性格，加上合理饮食和适量运动。（资料图片）

本版编辑 郎 冰
联系邮箱 jjrbxzh@163.com