



## 奋斗百年路 启航新征程

## “风云”遨游浩瀚太空

1988年9月7日,在世界气象组织二区协第九届会议上,时任世界气象组织主席、中国国家气象局局长邹竞蒙手举一张卫星云图,向与会代表宣布,它是数小时前由中国第一颗气象卫星——风云一号A星提供的首幅图。

这是中国气象史上浓墨重彩的一笔,我国由此跨入世界上少数几个有能力自己研制、发射和运行气象卫星国家的行列,彻底结束了国人只能从地面观测天气的历史。从零起步,从试验型到业务型,从跟跑到并跑再到部分领跑的跨越……高悬天际的中国“风云”承载着几代科技工作者的梦想与荣耀,见证了无数人的呕心沥血、百折不挠。

## 自力更生发展气象卫星

1969年初,一场罕见的雨雪冰冻天气席卷了半个中国,黄河以南的铁路交通完全中断,电力线网和通信线路被沉重的冰凌压断,大片地区停电、通信中断。自然灾害给经济社会发展设置了一道又一道障碍。因缺乏气象监测资料,难以及时有效应对。

周恩来总理提出:“要赶快改变落后面貌,搞我们自己的气象卫星!”

当时,国际上气象卫星技术的快速更新迭代如火如荼。早年世界上拥有气象卫星的国家只有前苏联和美国。我国预报员虽能接收国外气象卫星云图,但只是单纯的“黑白图像”,未经过定量处理,无法挖掘原始数据、反演各种气象要素的定量和图像产品,应用受到极大限制,气象卫星的研发迫在眉睫。

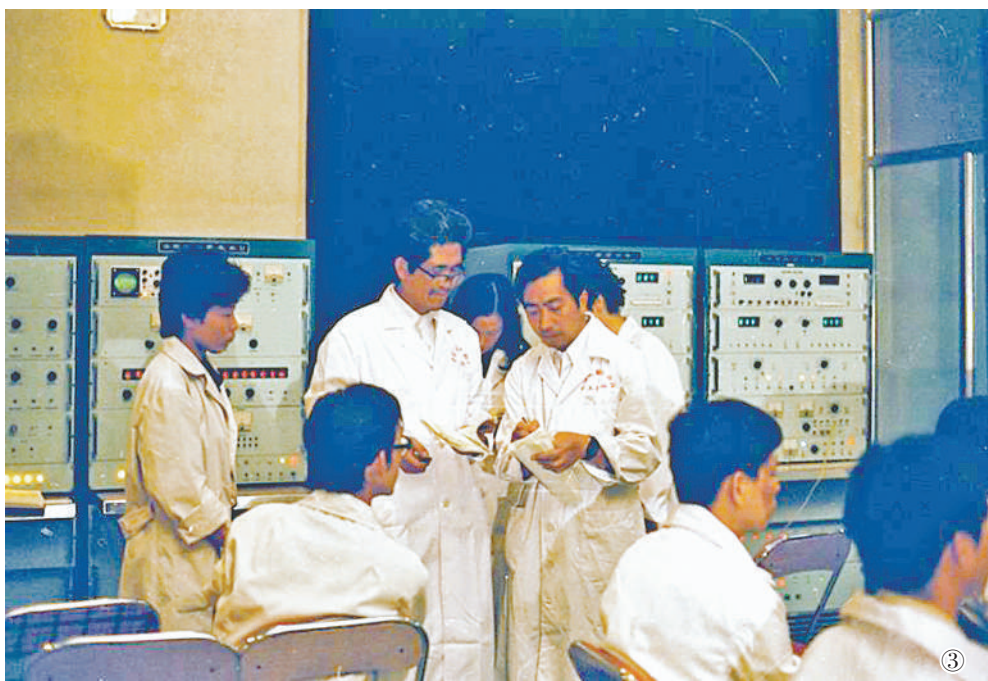
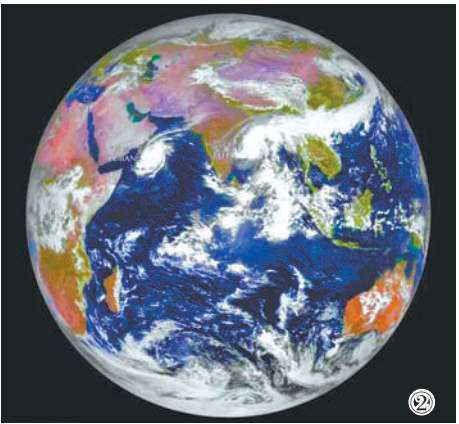
1970年2月,周恩来总理亲自签发中共中央、国务院、中央军委文件,下达了研制气象卫星的任务,坚定了新中国发展气象卫星事业的决心。

可自己的气象卫星到底该怎么发展?国内出现了两种截然不同的声音。

一种观点是坚持走自力更生、自主研制的道路,另一种观点则担心造不出卫星,认为“造星不如租星,租星不如买星”。气象卫星科技工作者排众议,极力倡导自主研制。

“我们是白手起家,没有人告诉你如何做,要靠实践磨练,要花代价去换取经验和知识。”回忆起风云卫星系统研制的起步阶段,风云一号A星地面应用系统总指挥、国家卫星气象中心原主任钮寅生仍记忆犹新。刚成立的气象卫星311研究小组只有十几个人,大家甚至连什么是卫星轨道都搞不清楚,必须一步一个脚印摸索着前进。

1977年11月,在气象卫星工程第一次大总体方案论证会上,确定了气象卫星工程代号为“七一一”,并将我国第一代极轨气象卫星命



名为风云一号,正式开启“风云纪元”。

## 研制来不得半点马虎

在争议中起步,风云卫星研制十分艰辛。

与现在的“机场式安检”、智能化运作不同,那时卫星厂房内只有被磨平的水泥地,没有通风系统,没有防静电措施,人员出入全靠手写登记……“上世纪八九十年代,一间不到8平方米的红砖厂房,刚够放风云一号和风云二号两颗卫星。”风云二号H星指挥汤红涛坦言,由于缺乏造卫星的经验,设备工装跟不上卫星研制需要,费时费力。

除了得克服差强人意的造星环境,气象卫星从太空拍摄、收集的数据需通过地面系统接收,地面接收站从无到有靠的还是埋头苦干。风云一号卫星应用系统总设计师范天锡回忆起建站时的场面历历在目:“地下电缆、电话线都是从其他单位要来的;排水沟是大家齐心协力挖出来的,1米粗的管子,也是我们自己用汽车、马车拉过来的;装卸车时,大伙儿拖家带口都得上;还有的年轻人既当电工,又当水暖工,趴在地上安装水泵……”

风云卫星遭遇的坎坷远不止于此。比如,1990年9月,由于经验不足,卫星的计算机电路芯片受空间高能粒子轰击,产生单粒子翻转问题,引起计算机工作失常。我国航天人抱着“绝不放弃”的信念,开展了一场长达75天的卫星地面营救行动,这在世界航天史上都属罕见。通过加强地面测控管理,每天六轮监视卫星在轨工作,虽一次次挽救了风云一号B星,但最终它只正常运行了285天。

巨大质疑扑面而来,两弹一星元勋、当时已是古稀之年的任新民,着了魔一般带领科技

人员分析原因,并亲自到有关部门汇报工作,坚定要求支持我们这支气象卫星队伍走下去;为攻克风云二号前两颗卫星出现的问题,时任风云二号卫星地面应用系统总师许健民,副总师李希哲、张青山与全体团队成员一起,登上青藏高原开展“救星”试验,于上万次手写运算中破解定位难题……

正是这些在心头久久挥之不去的痛,为我国极轨气象卫星和静止气象卫星的研制与技术积累了经验,也时时刻刻激励着气象卫星科技工作者以更加“严、慎、细、实”的工作态度投入到卫星的研制和应用中。“面对这项高投入、高技术、高风险、高回报的工作,我们来不得半点马虎。”国家卫星气象中心主任杨军说。

## 为全球监测贡献力量

“科技创新过程中的曲折是必然的,但是遇到曲折后,该怎样对待曲折的态度是最重要的。要下决心克服曲折,总结经验,不断前进。”风云二号工程总设计师、中科院院士孙家栋坚信,我国气象卫星事业得以飞速发展,靠的就是在起步时坚持自主创新,努力实现核心技术和器件的自主可控。

此后,越来越密集的科技創新与技术颠覆,支撑起我国气象卫星研制历史上由屡遭挫折到圆满成功的完美转身。

1999年风云一号C星、2004年风云二号C星成功发射,突破了长寿命稳定运行的技术瓶颈,具备了提供长期连续业务观测资料能力;

2008年风云三号A星发射升空,极轨气

象卫星实现升级换代,搭载的载荷数量从风云一号的1个增加到11个,技术指标与世界同期先进水平相当;

2016年风云四号A星成功发射,每15分钟就能进行一次地球全圆盘观测,每5分钟就能完成一次中国区域观测,依靠其独一无二的大气“CT机”,在全球率先实现了静止轨道干涉式大气垂直探测数据在数值天气预报模式中的同化应用;

2018年我国新一代静止轨道气象卫星风云四号A星正式投入业务运行,中国以及亚太地区用户可接收包括大气、云、沙尘、降水、辐射、闪电等23种数据产品……

杨军表示,风云气象卫星资料和产品在台风、暴雨、大雾、沙尘暴等多种灾害监测预警中发挥了关键作用,成为预报员监测重大天气必不可少的手段,已广泛应用于生态文明建设、防灾减灾、应对气候变化等重要领域。

如今,风云卫星共有7星在天,遨游在浩瀚的太空。4颗静止轨道气象卫星在轨运行使用,形成了“多星在轨、互为备份、统筹运行、适时加密”的业务格局;3颗极轨气象卫星在轨运行使用,可对全球和区域范围内的极端天气、气候和环境事件开展及时高效观测。

迈入世界先进行列,风云卫星还肩负起构建人类命运共同体的担当,不仅被世界气象组织列入国际气象业务卫星序列,成为全球综合地球观测系统的重要成员,也是国际灾害宪章机制的值班卫星。截至2021年3月,使用风云卫星数据的国家和地区数量已增加至117个(包括83个“一带一路”沿线国家),确定了我国地球观测领域的国际地位,为气象全球监测、全球预报、全球服务贡献中国智慧和力量。

历经逾半个世纪,一代代航天和气象科技工作者自强不息、屡克难关,推动风云气象卫星事业的发展,走出了一条以服务国家、服务人民为宗旨的开拓创新之路,为保障生命安全、生产发展、生活富裕、生态良好提供了强有力的支撑。

风云气象卫星是敢梦敢创新的“争气星”。从零起步,在“一穷二白”中砥砺前行,面对重重考验,广大科技工作者勠力同心、集智攻关,研发具有自主知识产权的仪器和设备,生动诠释了迎难而上、越挫越勇、越险越进、勇于奋斗的特质和品格,最终战胜各种风险挑战。风云卫星也成为目前世界上在轨数量最多、种类最全的气象卫星星座,为加快气象强国建设步伐提供强有力的保障。

风云气象卫星是坚持服务为民的“百姓星”。从大兴安岭火情遥感服务开启风云卫星遥感应用先河,到如今对影响和登陆我国的台风无一漏网,在保障生态文明建设、防灾减灾、应对气候变化、开发利用气候资源等各领域应用全面开花。风云卫星精准触及经济社会发展最关切、人民生活最关心的话题,提供更多个性化、精准化的数据和信息产品,应用服务潜能逐步释放,让老百姓真切地享受到气象卫星的科技“红利”。

风云气象卫星是彰显大国担当的“中国星”。从澳大利亚新南威尔士州山火到伊朗南部洪涝、从巴基斯坦沙漠蝗灾到孟加拉湾气旋风暴……凭借先进技术、稳定业务运行与高质量数据产品,风云卫星正与世界发达国家气象卫星一起,肩负起全球对地球大气、海洋和地表环境全天候、立体、连续观测的重任,以更加开放的思维和举措推进国际科技交流合作,为促进全球防灾减灾和气象事业发展贡献中国智慧。

仰望星辰,更要脚踏实地。面向全面建设社会主义现代化国家新征程,我们要坚持创新驱动发展,把关键核心技术牢牢掌握在自己手中,锲而不舍加强气象卫星关键技术和部件的攻坚克难,努力打造全球气象卫星应用的金字招牌;坚持以人民为中心,把气象服务保障经济社会发展作为风云气象卫星事业的立业之本,加快创新气象卫星服务方式,不断满足人民群众对于高质量、多样化气象服务的新期待。

图① 风云四号01星准备加装进整流罩。

(中国航天科技集团公司上海航天技术研究院供图)

图② 风云二号H星首幅图。

(中国气象局供图)

图③ 1988年,风云一号卫星发射前,工作人员对地面应用系统进行最后复核。

(国家卫星气象中心供图)

## 百折不挠铸就气象“千里眼”

扫描辐射计犹如卫星的“千里眼”,既决定了观测数据的精度,还能在灾害性天气活跃时实现区域快速扫描。然而在上世纪80年代,全世界只有美国、法国能够生产这一仪器,技术是完全保密的。

1983年9月,国家气象局、中科院上海技物所、航天八院509所确定了未来中国静止轨道气象卫星风云二号红外辐射计的设想方案,即“可见光、红外、水汽三通道,空间分辨率可见光1.25公里、红外和水汽5公里”。这组指标与当时国际上同类辐射计的先进水平并无二致。

尽管从零起步,困难重重,但中科院上海技物所还是以舍我其谁的勇气承接了这一任务。就在当时,做研究连个像样的晶体管都没有,更别说CPU了;团队加起来也只有10人,有的人仅是中学学历。

科研路上说不清遇到多少“拦路虎”,团队仅在研制的第一阶段,就攻克了240多个技

术难关。1987年第一个样机做出来后,时任风云二号气象卫星多通道扫描辐射计课题组组长的陈桂林在笔记本上列出了问题清单,有260个问题要解决。

研发一台多通道扫描辐射计到底有多难?陈桂林说,作为“眼睛”的探测器,必须24小时白天黑夜不间断地“看”,但红外探测器需在深低温环境下工作,首先得为其做一个制冷器,使其保持零下180摄氏度的低温,方能探测到0.5摄氏度的细微变化;扫描机构每“走”一步的误差需要控制在一个角秒以内;辐射计使用的一块“镜子”,最初重量有20多公斤,但若装在卫星上必须减重70%,还不能有任何变形……

“当时向欧洲国家取经,对方说要像鼓一样,中间是空的,结果按照这个思路怎么都做不出来。”陈桂林回忆道,此后研制团队大胆采用蜂窝式设计,尽管理论上有个可能,但当时从

没有人这么做过。经历多次失败后,他们终于在湖北襄阳一处深山里的工厂,寻找到可能实现技术目标的一种加工玻璃设备。“我们经过反复试验、改造,从20多公斤减到18公斤,最后做出的镜头不到7公斤!”

1997年6月11日,中国首颗静止轨道气象卫星风云二号顺利入轨,清晰的大气、水汽和地面图像成功回传。多通道扫描辐射计所获取的图像清晰稳定,当年就成功为八运会和长江三峡截流提供气象保障。

在联合国世界气象组织第49次执委会上,各国代表三次长时间鼓掌,祝贺中国继美国和俄罗斯之后,成为世界上第三个同时拥有极轨和静止轨道气象卫星的国家,同时感谢中国为人类气象事业作出的贡献。