

慧眼闪耀太空 精确感知世界

——我国航天光学遥感工程50年创新实践纪实

本报记者 付毅飞



508所所长陈虎(右)与德国肖特集团现代光学事业部副总裁安迪·海德德(左)友好会见

遥感是空间探测的核心,光学遥感器则是人类开启的明亮而锐利的“太空之眼”。党的十八大以来,太空传来的高清大片不断见诸报端并在朋友圈走红,彰显出我国航天光学遥感事业的蓬勃发展态势。高分专项成果频现,“高一”填补我国高分辨率对地观测空白,“高二”开启我国民用遥感亚米级时代,“高四”占据静轨高分辨率相机国际首席;商业遥感势不可挡,高景一号相机0.5米分辨率比肩世界一流,珠海一号视频相机为大数据行业提供高价值卫星数据……今年是我国发展航天光学遥感工程50周年,作为我国空间光学遥感器的主要研制单位,中国航天科技集团公司五院508所不忘初心,牢记使命,历经50年积淀,向党和人民交出了一份值得骄傲的答卷。

开拓中奔跑:开启先河,填补国内空白

1967年11月,负责我国第一颗返回式卫星遥感相机研制任务的“6711”工程组成立,也就是508所航天光学遥感器研制队伍的前身。从此,我国航天光学遥感器研制迈出了历史性的第一步。

工程组成员、国际宇航科学院杨秉新院士回忆说:“我国第一代胶片型航天光学遥感相机是以508所为主研制的。当时,技术上的一无所有是面临的巨大挑战。”凭着满腔创业激情,历经八年奋战,研制团队突破了棱镜扫描式可见光全景相机设计、制造、集成、测试和试验等多项关键技术。

1975年11月26日,伴随我国第一颗返回式卫星成功发射,我国第一代胶片型航天光学遥感相机成功应用,使我国成为世界上第三个独立掌握航天相机技术的国家。1987年,508所又成功研制了我国第一台航天测绘相机系统,使我国成为世界上第三个掌握航天测绘相机和第三个掌握幅式测地相机、星相机技术的国家。

508所所长陈虎谈到:“研究所见证了我国航天光学遥感工程50年历史,打造了多个国内和国际第一,并在21世纪前后的几年时间里,实现了我国航天光学遥感工程四大跨越。”

1999年,中巴地球资源卫星发射,这是我国发射的第一颗传输型对地观测卫星。其中,星上多光谱CCD相机、红外多光谱扫描仪均由508所研制,分别实现了我国航天光学遥感器从胶片型相机向传输型相机、从可见光相机向红外相机的跨越。

当时,红外相机是世界上只有几个少数国家掌握的核心技术。谈到研制过程的艰辛,陈虎说:“因为航天核心技术是买不来的,508所必须自力更生、自主创新。红外相机研制曾经历了三次大的技术反复,三次面临夭折,研究所都顽强地挺过来了,最终实现了三

大技术飞跃,使红外相机达到了当时国际先进水平。”

在紧随其后的2000年,508所又成功研制了我国资源二号卫星对地观测相机,实现了航天光学遥感器从低分辨率相机向高分辨率相机的跨越,使我国对地观测迈上了新台阶。2002年,研究所研制的四波段CCD海洋成像仪成功发射,这次则实现了从陆地探测向海洋探测的跨越,标志着我国在海洋卫星遥感领域迈入了世界先进国家的行列。

创新中赶超:“高分”领衔,占据国际席位

2006年,我国将高分辨率对地观测系统重大专项(简称高分专项)列入《国家中长期科学与技术发展规划纲要(2006—2020年)》。2010年5月高分专项全面启动,随之而来的便是“高分卫星家族”频频占据新闻头条。陈虎向记者介绍说,在这项被网民亲切地称为“中国人自己的全球观测系统”工程中,508所承担了8颗星的相机载荷任务,占高分专项相机载荷总数的74%。

2013年,508所研制的高分一号相机不仅填补了我国高分辨率对地观测的空白,还做到了空间分辨率、多光谱和宽覆盖的结合。它在全球分辨率卫星中是观测幅宽最宽的一颗,用4天时间就可以对全球完成拍摄。因在轨表现优异,2014年4月,高分一号卫星正式成为空间与重大灾害国际宪章值班卫星,为世界范围内的减灾救灾工作提供来自中国的卫星遥感数据。

青出于蓝而胜于蓝。2014年,高分二号卫星成功发射,星上两台1m全色/4m多光谱相机均由508所研制。相机采用“天地一体化”全新系统设计方法,使我国民用遥感数据进入了亚米级时代。“高分一号相机的优势在于视野辽阔,高分二号相机则是明察秋毫。从实际效果来看,在同等级光学系统口径下,高分二号相机分辨率比高分一号相机提高了1倍,从600公里高空能清晰地看到马路上的斑马线。”陈虎说。

以更清晰地观察世界为专业愿景,508所打造更优质“天眼”的创新脚步从未停歇,而是不断加大加快。2015年12月29日,我国向高轨道遥感领域进军的首发星——高分四号卫星横空出世。508所研制的相机不仅是我国也是国际首台地球同步轨道高分辨率光学遥感相机,开创了多项国际第一和国内首次,将人类认知地球的能力带到“高轨高分辨率”时代。

说起它,陈虎如数家珍:“视力好,在36000公里高度能看见大海里航行的邮轮;看得广,以往的低轨道遥感相机一次看得下北京城,它一眼能装下河南省;可以凝视成像,能持续监测火情、气象变化。”2016年7月,高分四号相机观测到的台风“尼伯特”动画,令

网友们大呼震撼。

说起视力好,陈虎还提到研究所研制的高景一号相机。它传回的高清图像不仅质量达到国际一流水平,也标志着我国首个完全自主研制的0.5米分辨率商业遥感卫星星座正式具备运营能力,正有力推动我国遥感技术真正融入政府管理、企业生产和大众生活,打破我国高分辨率卫星遥感市场被国外垄断的局面。

记者还了解到,填补我国民用空间测绘相机领域空白的资源三号01星相机同样由508所研制。截至目前,该星已经为社会各行业用户累计提供数亿平方千米影像数据,直接经济效益高达数十亿元人民币,从根本上改变了我国广泛采购国外商用卫星影像数据进行测图的现状。

此外,与传统空间光学遥感器的“大块头”不同,508所自主研制的CMOS系列相机走“轻小型”路线,已有几十台(套)产品在轨运行,成功率100%,支持了我国探月、导航等重大工程任务完美展现。我国首张地球全景彩色图、首张月球合影,以及距地球700万公里之遥的小行星图塔蒂斯图片等,均为此类相机的作品。2017年,其中的视频相机成功应用于珠海一号遥感卫星星座首发星,拍摄的飞机从马德里机场上空掠过的视频在朋友圈走红。

蜕变中腾飞:补齐链条,打造航母级基地

保持产业强劲的发展态势,既要注重技术和工程的可实现性,又要有雄厚的基础能力来保证。近些年来,508所持续深化能力建设,不断补齐航天光学遥感器研制链条能力,建成了大型光学遥感工程中心、大口径空间光学制造中心并投入使用,正在建设的超大型光学遥感中心竣工后,508所将成为亚洲最大、最先进的空间光学遥感器规模化研制航空母基地。

陈虎告诉记者,在系统协作、专业分工格局下,508所在2012年之前并未涉足光学加工领域,光学加工一度成为遥感器研制链条中的短板。一场除产业短板的战役在研究所内展开——2010年,大口径空间光学制造中心工程开工;2012年,精密光学制造中心成立;2015年,我国首条大口径镜面数字化生产线在508所正式建成,具备了国内最高精度的光加能力。

如今,508所拥有国内技术最先进的超精密加工能力,拥有国内外领先的“超精密铣磨成型—智能机械手快速研抛—离子束纳米修形”的大口径非球面光学元件高端加工平台,拥有一系列覆盖光学元件研制全过程的光学加工检测仪器设备,完整覆盖光学元件研制工艺链路,具备Φ2m以下口径平面、同轴非球面、离轴非球面等轻型光学元

件的加工能力,即将具备Φ4m口径光学元件加工能力。

2017年,508所在补齐航天光学遥感器研制链条上又有了新的大动作——探测器技术实验室进行正式揭牌。陈虎谈到,探测器是光学遥感器的核心器件,探测器研制能力已成为遥感器研制能力的核心体现之一。但长期以来,我国空间光学遥感器研制所需的探测器大量依赖国外进口,在很大程度上制约了空间光学遥感整体能力的拓展与提升。

为此,要满足我国在光学遥感探测方面的纵深发展,必须具备自主研发高端探测器的能力,自主掌握知识产权,为我国航天光学遥感的发展提供坚实保障。研究所探测器技术实验室就是在这种迫切需求下应运而生。

在探测器研究和研发上,508所瞄准国家重大战略目标和国际探测器技术发展前沿,立志不仅要满足航天遥感对高分辨率、大带宽、高灵敏度等方面的需求,有效地支撑我国型号项目应用,还要将自主创新的技术和产品推向国际市场,打造中国智造的又一片,在未来国际竞争中占据一席之地。

陈虎说:“任务能力是核心竞争力,没有能力,即使是一个大馅饼砸到脑袋上,也没有本事吃下去。”经过50年航天光学遥感器研制历史的磨砺,508所已具有遥感器设计、仿真、生产、测试、评价、在轨支持服务等全流程研制与应用能力,综合研制能力具备年交付遥感器50台/套以上,可从事传统折、反射式光学相机到空间可展开相机,从针孔相机到大口径超大口径相机,从紫外、可见光红外相机到太赫兹光学相机,从多光谱成像到超光谱成像光学相机,从单通道到多通道、多维度光学相机等不同形式不同类型空间光学遥感器的研制,具备了快速响应用户独特需求的能力。

同时,508所拥有国内最大的在轨空间环境性能模拟试验系统、宽动态范围微光定标系统、高精度内方位元素测试系统、闪电场景仿真测试系统、高精度杂散光仿真测试系统等,能满足不同光学载荷的评价测试需求。研究所自主开发的设计仿真软件让遥感器设计能力不断迈上新台阶。比如,开发了空间光学遥感器集成分析设计系统,极大地提升了光学遥感器整体设计水平。EDA知识库管理体系和高速仿真设计平台应用于视频成像电子学专业,提高了电路性能,促进了研制工作增产增效。

坚守中引领:牢记使命,新时代展现新作为

截至目前,研究所共为我国各类遥感卫星提供了150余台(套)光学遥感器,占比超过在轨业务卫星中光学遥感器的80%。所有产品在轨表现均达到或优于设计要求,应用领域涉及对地观测、航天测绘、资源开发、海洋探测、环境监测、气象观测、深空探测等多个领域,获取的极具价值的信息资料在我国国防与国民经济建设中发挥了重要价值。可以说,经过50年执着坚守,508所为我国航天光学遥感工程作出了不可磨灭的贡献,是我国在此领域的主力军单位。

“党的十九大提出了加强建设创新型国家,坚持走中国特色强军之路,全面推进国防和军队现代化等要求,旗帜鲜明,振奋发聩。508所要牢记创新引领、强军富国的神圣使命,坚持‘技术立所、技术强所’的发展宗旨,掌握核心技术,在新时代为建设科技强国、航天强国作出应有的贡献。”陈虎表示。

508所将坚持主导空间光学遥感技术发展,巩固发展宇航业务,充分利用市场机制做大航天技术应用产业,到2025年,建设成为专业化、市场化、产业化发展的研究所,成为国际领先的遥感系统解决方案提供商、面向全球市场的遥感核心产品供应商、全球重要的遥感数据应用服务商,具备世界一流的空间光学遥感器设计、制造、集成测试及在轨服务能力。

为进一步贯彻《国家创新驱动发展战略纲要》,508所将实施“核心瓶颈突破”“基础前沿加强”“产品性能提升”三大工程。具体而言,以大口径空间光学系统、空间在轨建造、多温区深低温光学、高精度定量化光谱

探测、高性能星载固体激光器、高性能探测器等一批集成度高、带动作用强的战略性新兴产业技术群为突破口,全面提升核心竞争力;瞄准世界光学遥感科技前沿,在智能遥感技术、衍射光学成像技术、计算成像技术、新体制仿生成像识别一体化技术、背景纹影成像等颠覆性技术领域实现突破;夯实基础,在基础理论研究、基础数据库建设,设计方法优化,在轨数据应用等基础上实现大幅提升;在技术继承、固化、定型上下大气力攻关,解决产品研制过程中面向产品实现的制造工艺、关键技术等问题,实现产品研制周期稳定、质量可控、成本低廉,建成面向国家重大工程、军事航天装备、国家民用空间基础设施以及商业航天的有梯度、系列化遥感产品体系。

陈虎还谈到,近些年,508所积极响应国家号召,积极推进航天技术应用转化,以宇航型号为基础转化了多光谱相机、紫外搜救系统、河流遥感应用等多个民用产品,培育了环境试验、小型飞行器回收、精密光学制造等领域多项技术。为贯彻十九大报告中提出的“坚持富国和强军相统一”要求,508所将加强军民融合深度发展,大力发展民用产业,做好

技术、管理和商业模式创新。

一方面,在所内实现“一所两制”管理模式,构建“精小机关、强大实体”的事业部组织架构,使事业部成为产品责任和市场责任的主体,支撑航天技术应用产业发展。比如,尝试将遥感领域整机产品开发与商业化、市场化接轨,将新成立的轻小型相机事业部作为研究所在商业遥感领域快速应对市场竞争、树立品牌形象的前沿阵地,开发更多小型的民用的商业航天遥感载荷,实现军民融合发展,推动军民融合。另一方面,打造创业平台公司新模式,鼓励有技术、有想法、有抱负的职工组成“离岗创业”的创业团队,对所属公司采用“阿米巴”经营模式,公司本级只进行基本管理职能,由下属的多个项目团队作为独立经营单元,实现从孵化项目走向事业部进而走向公司,最终走向市场走向产业化。

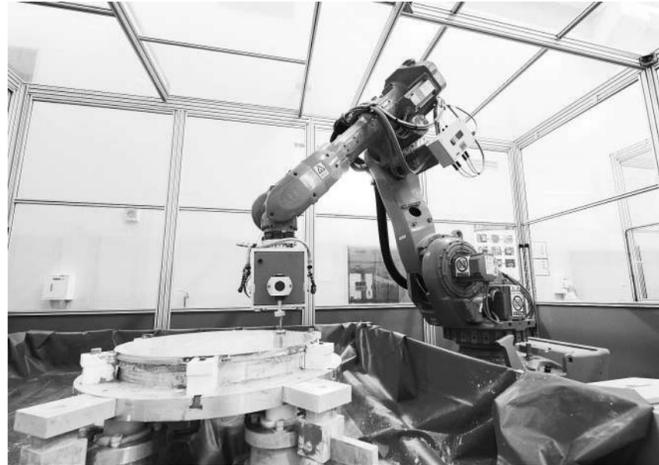
50年,自主创新、拼搏进取,一条由中国航天科技集团公司五院508所铸就的航天光学遥感之路,仍在不断向前延伸,并愈发光彩。站在新时代续航天梦、筑强军梦、圆中国梦的新起点,508所将以勇攀高峰、至高至远的理想追求,向着“更清晰地观察世界”的美好愿景执着前行,圆梦腾飞!



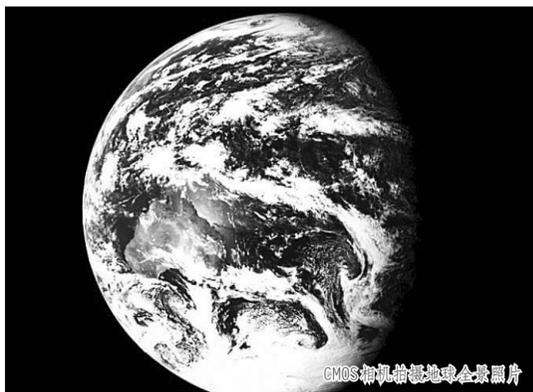
大型光学遥感工程中心



508所做光夜视系列产品



机械手研抛机



CMOS相机拍摄地球全景照片



高分二号卡达尔的首都图像



资源三号珠穆朗玛峰成像立体效果图