



海上航天发射：中国航天新突破

——太原卫星发射中心成功完成海上航天发射任务纪实

■本报记者 宋元刚 安普忠 特约记者 路俊

热点追踪

从测试模式转变到新测控体制运用,敢攀高峰、勇闯新路,让中国航天不断刷新航天纪录——

攀登步伐永不停歇

“今年,我们还将执行海上发射任务!”初春,疫情的阴霾还未完全消散,春天的阳光还没赶走晋西北的积雪,太原卫星发射中心传出一条令科技人员兴奋而又忐忑的消息。

兴奋的是,再战海天,不仅事关中国航天建设一支稳定、高效的海上发射力量,还意味着中国航天在发射方向选择、发射领域覆盖和发射效率等多个方面正在取得重大突破。

忐忑的是,虽然已有第一次海上发射的宝贵经验,但此次发射将采取全新模式,在测试、指挥体系构建、测控力量运用和通信链路搭建等方面都将面临全新考验。

从组建当年就圆满完成长征六号发射任务,到执行我国首次海上航天发射,担负此次海上发射任务的太原卫星发射中心某发射团队,组建不到3年,已在中国航天史上写下了属于他们的辉煌。

“誓夺胜利,再创辉煌!”动员部署会上,全体人员的铿锵誓言,开启了这支年轻航天新锐再战海天的新征程。

产品测试,是摆在他们面前的第一个难题。为适应快速、稳定、高效的发射需求,此次海上发射测试工作,分部件转运到海阳港,然后在港口厂房进行组装测试。这种方式,可避免产品在转运过程中发生状态变化,从而大大提升发射的稳定性和安全性。

但对于太原卫星发射中心科技人员来说,这就必须在全新的环境下完成产品测试工作。

为过好测试关,太原卫星发射中心按照《火箭独立测试发射“三年三步走”目标规划》,组织测试骨干力量到厂所跟踪学习,将能力链条延伸至产品研制生产端。

长征十一号运载火箭作为新型火箭,采用了大量新技术。这些新技术,是提升火箭核心能力的关键所在,更是发射团队必须啃下的“硬骨头”。

为熟悉和掌握新技术,测试组组长代凯奇带领团队,从原理、电路图到实装操作,每一处疑问都不放过,遇到不会的问题就缠住厂方专家请教,直到学会学

通才罢休。

“我就没见过这么‘粘人’的学生!”被问得有些顶不住的厂方技术专家这样嗔怪他们。

在海阳港测试厂房内,太原卫星发射中心产品测试团队与航天科技集团的工作人员,相继克服设备磨合时间短、无对比数据参考、湿度较大、风力超标、气象变化频繁等不利因素,圆满完成了产品测试。代凯奇自信地说:“这次任务为未来短周期内快速航天发射打下了坚实基础。”

测控体制变化,是又一个令海上发射团队头疼的事。此次海上发射,整个测控系统综合利用地面测控网、导航星座系统和中继卫星,实现了天基测控和地基测控的结合。天基测控基础相对以往的测控体系具有更加稳定、高效的特点,但对测控团队提出了新的更高技术要求。

测控小组负责人李振荣带领团队反复研究测控方案,攻克陌生环境目标捕获、新型号飞行轨迹研究、无光学辅助跟踪、新型通信体制下数据处理和数据回传、传统测控与天基测控配合等多个难题,圆满完成海上发射起飞段的测控任务。

面对记者采访,李振荣感慨地说:“看着祖国航天事业不断发展壮大,自豪感油然而生。我为自己当初的人生选择而庆幸,更为中国航天人的称号而骄傲!”

从“千人一杆枪、万人一门炮”到不足百人完成发射任务,组织模式创新让中国航天进入高效时代——

发射效能再创新高

“千人一杆枪、万人一门炮”曾是过去我国航天发射的生动描述。

一次航天发射,涵盖发射、测控、通信、气象、勤务保障等多个系统,通常需要上千人共同协作完成。然而,太原卫星发射中心在此次海上发射过程中,实现了不足百人就完成发射任务的新突破,标志着我国航天发射效率再次取得重大进展。

谈到此次发射的高效能,指挥部党委书记赵世欣说:“发射效率的突破性提升,主要得益于组织模式的不断创新和天基测控系统的运用。”

近年来,随着航天技术不断进步,“快速、高效、灵活”已成为现代化航天发射场共同追求的新目标。海上发射所使用的长征十一号运载火箭,是航天科技集团基于未来世界航天市场需求打造的



转战海上,两战两捷。太原卫星发射中心某发射团队的战绩令世人瞩目。此次海上航天发射指挥员李成兴奋地说:“海上发射再次取得圆满成功,标志着中国航天已经具备稳定高效的海上航

天发射能力,核心发射能力取得新突破。这主要得益于组织模式和自主技术的不断创新。”

今天,让我们跟随中国航天科技工作者前行的脚步,探寻他们打造“两栖”发射能力的成功“密码”。

新一代火箭。它的快速、高效、灵活特点,对航天发射组织指挥提出了新要求。

“传统航天发射环环相扣、一步一动的链式组织模式,存在风险高、准备周期长等不足,难以适应多发并行、快速发射的新要求。”高级工程师何全胜说,“随着以长征六号和长征十一号为代表的快速发射火箭的运用,创新组织模式已势在必行。”

为圆满完成海上发射任务,太原卫星发射中心将创新作为破解发展难题、提升核心能力的关键一招。他们紧盯世界航天发射前沿关键技术,积极探索创新航天发射组织形态,将模块化理论用于组织形态建设,不断优化组织模式。

一方面,太原卫星发射中心打破传统思维,科学划分测试、发射、测控等系统模块,链入数字化指挥系统,并依托该系统针对需求进行模块组合,实现由大而全的系统保障向小而精的模块化保障过渡。这样,大大简化了组织模式,减少了中间环节。

另一方面,太原卫星发射中心全面深化安全管理体系,推动质量提升工程,以精细化管理工程实现对子模块的全程管控和精准定量,以规范化、程序化提升子模块的稳定性和安全性。

与此同时,为实现模块间的深度融合和无缝对接,太原卫星发射中心持续推进基于IP化改造的信息化建设,搭建新的网络传输平台,对发射工位、指挥控制平台以及各测量控制站点等进行数字化改造,加强了自动化、可视化、智能化装备的运用,实现了信息采集、信息传输、信息分析的全覆盖。

天基测控系统的使用,是提升发射效率的又一关键。与传统陆基和远洋测控系统相比,天基测控系统无需大量建设各种基站,具有覆盖广、实时性好、效率高更显著特点,使测控系统所需人员大幅减少。

“随着产品性能的不断改进和智能化设备的广泛使用,航天发射的效能将进一步提升。”展望未来,李成充满憧憬,“在智能化设备和天基测控系统的支持下,未来完成航天发射任务将更加高效!”

从通信链路到指挥系统,一项项创新技术的运用,让中国航天在逐梦星辰大海之路上从容自信——

自主技术闪亮海天

“5分钟检查准备!”在海阳港某指挥所,一道道指令引导着几百公里外的发射平台,测发、测控、通信、气象等数据

和发射平台多角度图像实时回传至指挥所。坐在指挥席上,指挥长杨晓论信心十足:“用上我们自己研发的指挥系统,感觉更顺手、更有底气!”

太原卫星发射中心研发的一体化指挥决策系统,首次在海上发射运用,是此次海上发射的一大亮点。该指挥系统不仅核心硬件、操作系统、数据库管理系统和应用软件实现了自主可控,而且根据指挥需求,量身打造了智能化辅助决策、自动化指挥测试发射、可视化信息显示、集成化运维管理、人性化辅助操作等功能,实现了核心部件国产化与设备性能提升的“双丰收”。

为提升海上发射效能,指挥系统从以往的多级分部指挥向一体化扁平指挥转变,所有指挥权限均由海阳港前沿指挥所完成,对一体化指挥能力提出更高要求,也使指挥系统升级迫在眉睫。

对此,太原卫星发射中心积极与相关科研单位和院所合作,加紧研发一体化指挥显示系统,最终取得多项重大突破和进展。

该系统构建起从测试到控制、从操作手到指挥员的多态势、全要素信息链,不仅打破不同系统间的信息壁垒,能够跨平台、跨地域、跨部门信息融合共享,实现一体化指挥决策,还更新了各级指挥所的指挥显示系统,充分体现了面向决策者可视化导航界面设计,解决了没有自动指挥、可视化显示不足的问题。

海上发射圆满成功,1号指挥员宋凯帆自豪地说:“我们自主研发的指挥显示系统,经过实践检验,不仅完全达到了设计要求,而且打开了后续相关自主可控系统的设计与研发‘窗口’。”

“03报告,指控中心通信链路正常,数据传输正常!”随着一串清晰的口令从调度终端机中传出,现场科技人员无不欢欣鼓舞。

为了等待这一串口令,太原卫星发射中心科技人员架设百余套设备,不断优化调试安装,最终在规定时间内节点之前,成功搭上了通信中枢的最后一根“神经”。

海上发射通信保障任务极其繁重,面临传输距离远、设备复杂程度高、时间紧等多重困难。太原卫星发射中心与有关单位协同攻关,将多个通信系统高度集成,共同探索出一条陌生地域全要素通信系统组织模式,为后续机动通信奠定了坚实基础。

左下图:长征十一号海射运载火箭在自航驳船甲板上弹射升空的一瞬间。

左上图:点火升空后的运载火箭飞向卫星预定轨道。

孟昊摄

权威声音

9月15日,长征十一号运载火箭从黄海某海域顺利升空,成功将“吉林一号”高分03-1组9颗卫星准确送入预定轨道。

我国第二次海上航天发射任务取得圆满成功,引发了众多“航天迷”对海上发射的浓厚兴趣。海上发射意义何在?难度何在?后续将如何发展?带着这些问题,记者采访了太原卫星发射中心海上航天发射指挥长杨晓论。

记者:与陆基发射相比,海上发射运载火箭具有以下几个方面优势:

一是提高发射效率,增加火箭运载能力。火箭发射的时候,地球自转给火箭提供的初速是一个重要影响因素。在赤道附近发射火箭,将拥有最大的

“自西向东惯性”高初速,可以节省燃料,提高运载火箭的有效载荷或者降低卫星的变入轨要求,从而提高卫星使用寿命。比如,俄罗斯天顶火箭在拜科努尔发射场发射时,只能携带不到4吨的GTO载荷。而在赤道上发射,同样的天顶火箭GTO载荷则可飙升到6吨多,而且还能减少一次发动机点火。也就是说,可用结构更简单的火箭发射更大的卫星。

二是发射地点选择自由,有效避免

不必要风险。一般而言,地面发射基地大都设在人烟稀少的地区,以防止发射出现事故或回收时残骸落入居民区,伤害人员、毁坏建筑。这样,极大限制了火箭发射方向的选择。而从海上发射火箭,则可以完全避免这个问题。

此外,在陆上进行航天活动时,根据预定轨迹,有时需要划设“禁飞区”,将影响繁忙空域的航空需求;不利的天气也对航天发射有重大影响,陆上发射遇到恶劣气象条件时只能延期,而海上

发射则可通过调整发射地点来规避恶劣天气。

三是机动灵活,减少成本。陆上航天发射场需要一系列配套设施,且一旦建好,就很难迁移。海上发射平台无需开发地面基础设施等,可有效降低发射成本。

记者:海上发射好处很多,但难度也大。大的方面,进行海上发射需要克服哪些困难?

杨晓论:虽然海上发射具备诸多优

点,但因海洋环境复杂,平台空间有限,发射工况与陆基条件迥异,所以还是有不少技术难题的。

一是相比陆基发射场,海上发射平台总体空间有限,必须考虑海上平台体量限制。这就需要破解各系统之间的协调配合、船队与发射指挥中心之间的通信、海上转移等难点。

二是要考虑发射平台如何稳定在指定状态和地理位置上。一般来说,为满足海上发射要求,平台偏离预定位置

不得超过50米。

三是要考虑发射平台在海浪冲击下的稳定性,保证火箭弹射点火瞬间的调平精度要求,以及如何保证其发射平稳、避免运载火箭发射时对平台造成冲击、减少火箭发动机喷射流对平台的影响等。

四是要考虑运载火箭在储运船和发射平台之间转运、行走时,如何保障平台的水平状态。

记者:作为航天发展的新领地,海上发射机遇与挑战并存,您能否展望一下我国海上发射的前景?

杨晓论:目前,世界航天正在进入快速发展期。太空资源的开放性,决定了竞争的激烈性。未来相当一段时间内,高密度航天发射将成为常态。海上发射具有快速、灵活、机动、高效的鲜明特点,尤其是在强调成本的商业航天领域,优势十分明显。随着航天产品的技术模块化、设备智能化、测控天基化、通信无线化的不断深入,海上发射可以从近海走向远海、从中国走向世界,成为中国航天刷新进军太空中国高度的新领地。

逐梦海天再出发

——对话太原卫星发射中心海上航天发射指挥长杨晓论

■本报记者 宋元刚 安普忠 特约记者 路俊