



第一个100发 30年

第二个100发 5年

坚守与创新铸就长征火箭“上海品牌”

本报记者
叶薇



■ 今天凌晨，
长二丁运载火箭在西昌
卫星发射中心点火升空

第200发，上海航天抓总研制的长征系列运载火箭腾空而起！今天凌晨4时03分，长征二号丁运载火箭在西昌卫星发射中心点火升空，顺利将遥感三十九号卫星准确送入预定轨道，发射任务取得圆满成功。这是中国航天科技集团有限公司上海航天技术研究院抓总研制的长征系列运载火箭第200次发射。

从长征四号甲火箭成功首飞35年来，上海航天长征火箭开拓创新、加速发展，用30年实现了第一个100发，用5年实现了第二个100发。在逐梦苍穹的征途中，长征四号、长征二号丁、长征六号、长征六号甲火箭应势而起，在服务国家重大战略和推动航天强国建设中谱写了辉煌篇章。

一次次发射

从几年一发到一年几十发

金秋十月，位于大凉山深处的西昌发射中心，已寒意十足。对59名从上海出发的试验队员来说，这次任务有着非比寻常的意义。他们亲身参与了上海航天抓总研制长征系列运载火箭的第200次发射。

从1992年首飞至今，长征二号丁总指挥谈学军见证了长二丁一路成长为“金牌火箭”的全过程，今天也是他第83次执行长二丁发射任务。

20世纪90年代初，中国航天事业形势十分困难，长二丁当时取得连续三发成功，被授予“优质运载火箭”的称号。伴随中国航天事业“节节高”，长二丁运载火箭十分忙碌。这些年，它的“乘客”中涌现不少“网红”卫星：暗物质粒子探测卫星“悟空号”、量子科学实验卫星“墨子号”、太阳双超卫星“羲和”号等。它曾实现一箭41星的骄人战绩，刷新了中国一箭多星的发射纪录；去年，长征二号丁火箭在酒泉、太原、西昌三大发射中心实现15战15胜，保持我国运载火箭单一型号年度发射新纪录。

“尽管长二丁已经是一型非常成熟的火箭，但试验队把每一次发射都看作一次全新的任务。”30多年与长征火箭相伴，每一次都见证火箭拔地而起，谈学军还是没有看“倦”火箭，每次发射前，他依然紧张、兴奋以及期待。

尽管从第一发长二丁发射到今天，每一发火箭外表看起来都差不多，但其实内里发生了很多改变：加长二级贮箱、增设二级推进剂利用系统、配置多种尺寸的卫星整流罩、增加姿控发动机系统……每一次改变，都让火箭的综合能力变得更强。尤其是，长二丁火箭配合八院抓总研制的“远征三号”上面级，使火箭具备200公里到2000公里多星部署和星座快速组网能力，可承担中小型航天器多样化发射任务，进一步丰富了长征二号丁运载火箭的任务能力。

“过去是两三年一发任务，试验队一去就是一两百号人；现在是一年几十发任务，一发接着一发，五六十人在发射场干15个工作日左右。试验队经常在上海、太原、酒泉和西昌四地开展任务，一枚火箭发射在即，下一发任务已经抵达另一发射场，上海还有一枚火箭正在进行总装测试，而被安排在年底的任务仍处于设计当中。人员、设备、流程都很紧张，我们在管理方法上不断改进。”谈学军介绍，在试验队里，还有一支专职测试队伍，打破了各单位间分工界面，集中力量释放了设计师资源，测试人员缩减了

25%，测试周期缩短了36%，从而提升了运载火箭批产能力、测试质量和效率。

一个个纪录

“上海牌”火箭的多个首次

35年来，上海航天长征火箭逐步形成了覆盖多种不同轨道，满足不同吨位、不同构型卫星发射需求、可提供全天时、全天候、多基地的发射服务综合能力，从常温到低温，从单芯级到固液捆绑，不断转型升级。

1988年9月7日，长征四号甲火箭成功首飞，将风云一号气象卫星送入预定轨道，开创了我国大型运载火箭首飞一次成功的新纪录，使中国成为世界上第三个能够独立发射太阳同步轨道卫星的国家，也拉开了八院抓总研制的长征系列运载火箭200发的序幕。谈学军参加了这次长征火箭发射任务。“发射前，我就在塔架工作。当时特别激动，火箭发射时整个大地都在颤抖。”他介绍说，即便是同一型火箭，每一发任务的状态也都不一样，载荷采取的摆放模式不同，所在发射工位的不同，都会影响火箭的技术状态和产品状态，这些纷繁复杂的状态给试验队的设计、生产以及总装测试都带来不小的挑战。

谈学军深知，成功的道路不是坦途。“如果在发射场遇到一个小问题，可能就要付出两三个通宵来解决。进了发射场，每天都有关键节点，每一步都关系着成败，我们不能有丝毫疏漏，火箭绝不能带任何一个问题上天。”

靠着这份严谨细致，靠着一代又一代航天人对梦想的坚守，上海航天运载火箭团队35年不断创造佳绩：

长征二号丁火箭共实施83次发射，发发成功，刷新了我国一箭多星发射的新纪录。高精度发射土耳其卫星，为长征运载火箭树立良好国际声誉，并多次承担国际发射服务，成为世界航天舞台一道亮丽的名片。

长征四号火箭共实施103次发射，成功将风云、资源、遥感、实践、试验、高分、天绘、环境、海洋、陆探系列卫星，以及嫦娥四号中继星等多种类共计170余颗卫星送入预定轨道，成为我国第二个进入“百发俱乐部”的火箭型号。目前长征四号运载火箭700公里太阳同步轨道运载能力可达3吨，已成长为适应性强、可靠性高、经济性好和发射周期短的主力型火箭。

长征六号火箭共实施11次发射，开启新一代运载火箭新时代，灵活多样的一箭多星、“拼车”服务为小卫星发射市场带来新气象，拓展了我国运载火箭发射服务新模式。

一步步跨越

迈向更加广阔的星辰大海

今天，上海抓总研制长征系列运载火箭的发射次数正式刷新为“200”，成为上海航天发展历程中的又一里程碑。

在迈向航天强国的征程中，上海航天不断推进科技创新和转型升级：长四甲火箭在国内首次采用数字式控制系统，并开创了我国运载火箭领域全自动测发控的先河；长二丁火箭发发成功，刷新了我国一箭多星发射的新纪录；长四乙火箭在国内首次实现一体化远距离测试发射控制；长六火箭是我国第一款采用“火箭整体水平测试、星箭整体水平对接、星箭整体水平运输起竖”的“三平”测发模式的液体运载火箭……

在运载火箭箭体结构中，每个贮箱两端的半球状底面被称为火箭的“皇冠”。为了消除“皇冠”的焊缝，八院149厂通过充液拉深成形、镜像铣削、快速防腐，实现了世界首个3.35米充液拉深超大超薄整体成形贮箱箱底在长征六号甲首飞的成功应用。

在火箭贮箱整体箱底成形技术中，充液介质的流速和压力响应速度关乎产品技术的稳定性。为此，研制团队必须要让无形的液体听得懂“指令”。整底工程化应用负责人胡蓝介绍说，在箱底成形过程中，相当于用一个重达1.5万吨的“铁锤”一击即中。这个过程就好比在一个硕大的密闭游泳池中，将近万瓶矿泉水一边向内注入，一边往外放出，从而满足板材的冲压压力和支撑作用。随后，这个箱底便来到了镜像铣削设备中，通过智能化激光扫描仪来采集“皇冠”上每一个信息。设备中的五轴运动机构就如同灵活的“双手”，拿着高速运转的铣刀

在箱底内外铣削，保证了精度。经过多年努力，149厂的镜像铣技术可以在一个厚度如蛋壳一般的产品上“雕刻”，加工周期缩短到了原来的三分之一，实现了箱底精密加工技术指标和生产效率的双突破。

长征六号甲的发射成功，使上海航天运载火箭一次性实现了单芯级到芯级助推捆绑再到液体芯级固体助推混合捆绑的三级跳。从“光杆箭”到“混动箭”，为全箭提供70%推力的四个固体助推“大力士”的加入，需要火箭“大脑”更聪明也更健壮。长六甲火箭的控制系统采用液氧煤油发动机+液压伺服机构与固体发动机+电动伺服机构的跨界混搭组合，确保火箭飞行快、稳、准。长六甲火箭还做到了伺服机构故障的在线诊断和自我修复，用智能控制方法让火箭智能飞行。

站在200发的新起点，上海航天将持续提升现役火箭运载能力，发展能力更大的火箭型号，在突破低温动力和固液捆绑技术的基础上，提早布局新箭体直径、通用芯级捆绑、高性能末级等拓展手段，攻克制约运载系数提升和动力性能提升的关键技术难点；进一步提升高密度发射能力，支撑大型星座快速组网等典型任务实施，切实提升我国运载领域在进出太空、利用太空、探索太空方面的能力和效益。

星空浩瀚无比，探索永无止境。在中国航天事业发展的长河中，追梦的脚步永不停歇，上海航天人正迈向更加广阔的星辰大海。

■ 整装待发

