星箭量产,发射成本打到每公斤2万元

武汉商业航天:一条链攒出硬核优势

■长江日报记者汪甦

看上去像一块白色泡沫板,薄薄一片,却曾帮助火星车闯过生死关。

在武汉召开的2026商业航天论坛现场,展台上的纳米气凝胶吸引不少参会者驻足。这种材料曾应用于我国首辆火星车“祝融号”,由中国航天科工三院306所团队研制。它的亮相,让人们看到商业航天对轻质、耐高低温等先进材料的需求。

2021年,祝融号着陆火星,必须在极短时间内穿越火星大气层,经历惊心动魄的“黑色9分钟”。

这9分钟里,探测器高速进入火星大气层,与大气剧烈摩擦,表面温度急剧升高,还伴随着复杂的物理化学反应。纳米气凝胶既要隔绝着陆时发动机喷射产生的1000℃热流,又要在巡视过程中抵御零下130℃的极低温度,陪伴祝融号完成“落”与“巡”两项任务。

展台一旁,3D打印的火箭喷嘴零部件同样引人注目。

一名来自北京零重空间的参会者在展台前翻看产品资料,停留很久,不时向工作人员询问材料性能、生产能力和应用场景。

“武汉的航天产业基础比较扎实,科研资源、制造能力和产业配套都有优势,上下游合作空间很大。”临走时,这位参会者抱着厚厚一沓资料,对武汉相关企业表现出浓厚的合作意向。

展会上的交流还在继续,论坛上关于商业航天未来的讨论已经展开。一边是已经落地的材料和零部件,一边是正在突破的火箭和通信技术。从展台到讲台,武汉商业航天的产业链轮廓越来越清晰。

武汉正在形成商业航天产业发展的整体优势

随着商业航天从技术探索走向规模化发展,产业竞争不再只是比谁能把卫星送上天,还要比谁能把材料、零部件、卫星制造和发射服务做得更好、更快、更便宜。

武汉的优势,正在于产业链的集聚。

作为航天科工集团布局产业项目最多、产业协作最深的城市之一,武汉与航天科工携手深耕商业航天多年,火箭产业园、卫星产业园等特色产业载体相继建成。

目前,武汉火箭、卫星、行云、新材料四大产业园全部建成投产,形成年产50枚火箭、240颗卫星的量产能力。快舟系列火箭发射次数及入轨卫星规模稳居世界同类型固体火箭第一梯队,全市航天产业规模突破1800亿元,产业综合实力跃居全国城市前列。

从实验室里的材料技术,到生产线上的零部件,再到整箭总装和卫星应用,武汉正在把分散的创新资源和制造能力,汇聚成商业航天产业发展的整体优势。

“遥感测绘全球领先、商业航天产业集群成熟,光电子、通信、导航配套产业强势崛起,有力带动商业航天产业加速发展。”在分论坛上,武汉大学法学院、涉外法治学院副院长苏金远教授表示,武汉在参与外空国际治理上,具有技术产业优势。

星地融合,6G将连接更多智能体

商业航天的另一端,是卫星进入太空之后如何发挥作用。

主论坛上,中国信科集团党委委员、副总经理陈山枝提出了一个重要方向:星地融合。

为什么要让卫星和地面通信网络融合?

其团队给出了一组数据:截至2025年,全球移动通信网络仅覆盖约20%的陆地面积,不足6%的地球表面积。城市里,手机信号已经十分普遍;但到了远洋、荒漠、山区,或者航空、野外作业等场景,地面基站就难以发挥作用。

“地面移动通信擅长本地密集容量,卫星通信擅长广域稀疏覆盖。”该团队提出的思路是,让两种网络优势互补。

早在2018年,他们就提出“5G体制兼容、6G系统融合”的发展路线。简单来说,先利用成熟的5G技术发展卫星通信,降低建设成本;到了6G时代,则从系统设计之初,就把地面基站和卫星网络放在一起考虑,让手机等终端能够在两种网络之间无缝切换。

6G的变化还不止于此。

陈山枝提出,6G将首次把智能体引入移动通信系统。“未来,网络连接的对象不只是人和手机,还包括智能汽车、作业机器人,以及能够自主感知、判断、决策和执行任务的软件智能体。”

这意味着,通信网络不再只是传递信息,还将融合感知、计算和人工智能能力。人与机器、机器与机器之间,可以实现更高效的协同。

中国工程院院士、武汉大学教授姜卫平则从时空信息产业发展角度,谈到了技术演进带来的新变化。他表示,技术创新正推动时空信息向时空智能发展:从空间观测和场景表达,向复杂过程理解、未来状态预测与自主决策演进。通导遥融合、数字孪生、时空大模型和具身智能等技术,也将推动时空智能迈向新的产业生态。

从地面通信走向空天地一体化,从人与人的连接走向万物智联,卫星通信正在成为下一代移动通信网络的重要组成部分。

快舟火箭发射成本将不高于每公斤2万元

把卫星送上天,既要有技术,也要算经济账。

快舟航天党委书记、董事长查雄权在主论坛发布的快舟发展规划中,给出了商业航天规模化发展的一个具体目标:

未来3年,快舟将完成50次以上发射,持续提高批量化生产和发射履约能力。2027年前,10吨级运力的快舟十二号固液混合火箭计划完成首飞并投入市场,发射成本不高于每公斤2万元。

与此同时,快舟六号可重复使用液体火箭计划于2027年完成首飞入轨及回收,运载能力达到20吨级。

为什么要反复强调低成本和可重复使用?

因为商业航天要真正形成规模,不能只靠偶尔发射一枚火箭、送几颗卫星上天,而要具备稳定、高频、低成本的空间投送能力。火箭发射成本降下来,卫星组网和后续应用才有更大的发展空间。

当前,武汉拥有多位商业航天领域院士、29个国家级创新平台。“中国星谷”建设全面提速,当前正集中攻坚固体运载火箭、空天地一体化遥感、高精度定位芯片等关键领域。

当更多卫星能够低成本进入太空,当天地之间的通信网络实现融合,太空将不再遥远,也将孕育出更广阔的产业空间。

从“造得出”到“造得好”,再到“用得起”,武汉商业航天的下一程,正在星河之间展开。



←2026商业航天产业主题成果展览上的“武汉造”快舟火箭模型。 长江日报记者 苗剑 摄

↓2026商业航天产业主题成果展览集中展示商业航天领域最新成果与应用。 长江日报记者 苗剑 摄



武汉“箭星网端”全链条生态正在形成

(上接第一版)

“商业航天的核心价值,在于用市场化机制释放产能、降低成本、加速迭代。”快舟航天空间科技有限公司董事长查雄权说。

国际市场已经给出答案:

2025年全球完成329次航天发射,送入太空约4900个物体,当年发射的卫星中私人运营商占88%,远高于2010年的23%。美国SpaceX一年发射超150次,占全球近一半,“星链”在轨卫星超7000颗,用户突破500万;欧洲有阿丽亚娜和OneWeb,印度以低成本发射著称,日本强在卫星制造和精密仪器;中国2025年商业发射超50次,在轨商业卫星突破2000颗。

“中国商业航天的最大优势,在于完整的工业体系和庞大的国内市场。”一位业内专家表示,“我们有全球最大的卫星通信潜在用户群,有最丰富的应用场景,有最完整的供应链配套。”

商业航天不只是一个新兴产业,更是一场涉及技术、制造、市场和国际规则的综合竞争。

武汉大学法学院、涉外法治学院副院长苏金远教授在分论坛上谈道:“武汉的遥感测绘全球领先、商业航天产业集群成熟,光电子、通信、导航配套产业强势崛起,有力带动商业航天产业加速发展。”在他看来,武汉参与外空国际治理,也具有技术和产业优势。

从产业集聚到全链条竞争,武汉凭什么?

在国内商业航天版图上,武汉占据着独特位置。

作为唯一的国家级商业航天产业基地,武汉国家航天产业基地(“中国星谷”)总面积68.8平方公里,已建成火箭总装测试、卫星研发制造、行云卫星应用、磁电防护材料四大主体产业园,具备年产240颗卫星、50枚火箭、1500吨吸波材料的产能。

上游有武汉航天智能防护的雷达吸波材料、飞银光电的特种光纤、锦川空天的火箭管道配套;

中游有快舟系列火箭和航天科工空间工程发展有限公司的超低轨通遥一体星座;

下游有行云科技的武汉市卫星数据应用公共服务平台、长江北斗的时空信息服务、蜂云时代的太空算力、航天驭星的测运控服务。

20余家产业链关键企业落地,16家星算计划产业联盟企业签约,“箭星网端”全链条生态正在形成。

这种产业集聚的含金量,可以从技术指标中得到印证。

论坛期间,多位嘉宾提及武汉的优势:快舟航天的火箭无损检测技术全国领先,鸣凤系列液氧甲烷发动机累计试车超6000秒;空间公司建成全国首条卫星柔性生产线,卫星模拟太空环境测试技术国际领先;磁电智防的电磁波屏蔽复合材料产能全国第一;行云公司的卫星遥感空天地一体化应用覆盖全国。

城市层面,武汉拥有多位商业航天领域院士、29个国家级创新平台,全市航天产业规模突破1800亿元,快舟系列火箭发射次数及入轨卫星规模稳居世界同类型固体火箭第一梯队。

放眼全国,商业航天的城市竞争也在加速:北京依托科研院所和国家航天资源,在卫星总体设计、技术研发等领域实力突出;上海集聚卫星制造、商业火箭等企业,产业链配套能力较强;深圳依托电子信息产业优势,在卫星通信、终端制造等领域积极布局;西安则拥有深厚的航天科研和制造基础。

“卫星不是发上去就完了。”业内专家表示,不同城市各有所长,但商业航天不是造出一颗卫星、发射一枚火箭就能完成的产业。

“卫星需要测控,需要数据接收,需要应用开发,需要持续运维。这是一个系统工程,不是单点突破能解决的。”

能够形成完整产业链的城市,全国屈指可数。而武汉的产业优势,还不止于“星谷”。

“星谷”与“光谷”跨江对接,航天产业与光电子信息产业形成协同。待光谷长江大桥通车,两地将实现10分钟互联互通。

从产业基地的制造能力,到光谷的技术创新和产业配套,武汉正在形成商业航天与优势产业相互赋能的格局。

从仰望星空到经营太空,22万颗卫星的图景正在展开,“算力上天”的时代渐行渐近。武汉,已经起跑。

火箭“航班化”让上天变成一门生意

■长江日报记者李佳

坐飞机赶航班,可以查时刻表、买张机票就走;未来,送一颗种子上太空,也能像“赶航班”一样便捷。

11月9日,2026商业航天论坛上,“航班化运营”成为高频词——当火箭发射从单次任务模式转向高频次、低成本的“航班化”演进,进入太空这件事,正被商业航天拆解成一条可接单、可交付的市场化链条。

过去,一颗种子、一组生物样本、一件试验器件想要飞上太空做实验,门槛高、流程繁琐;如今,科研载荷装进商业飞船,飞船搭乘商业火箭奔赴太空,在轨完成试验之后数据交还地面科研人员。这套“载荷—飞船—火箭—数据交付”的商业化闭环,正在把太空实验室向更多高校、企业敞开大门。

太空实验室——从接单到交付,商业飞船跑通全流程

论坛现场,快舟航天空间科技有限公司与北京紫微宇通科技有限公司(以下简称紫微科技)签署快舟系列运载火箭批量发射合同。

紫微科技首席战略官李辉告诉长江日报记者,商业火箭、商业飞船、商业空间站、太空制造,共同构成完整商业航天产业链,“太空制造”将成为产业下一阶段重点赛道,比如太空育种、新材料研发、微生物培养等。

商业飞船扮演的角色,就是在轨“共享实验室”——谁有实验需求,就“下单”将载荷装进飞船。2025年12月13日,酒泉卫星发射中心,快舟十一号遥八火箭托举紫微科技研制的迪迩五号空间试验器升空,完成双方首次实战发射任务。迪迩五号相当于一座无人太空实验室,一共搭载34大项合计40余项试验载荷,涵盖微重力科学、空间生命、航天医学、新材料等多个方向。

“目前全部试验数据与服务已经完成向用户交付,这也意味着国内商业飞船搭载验证的商业模式真正跑通。”李辉介绍,重庆大学迷你生态舱实现国内首次柑橘蝴蝶蛹在轨羽化,青海循化县的线辣椒种子进行了太空培育,还有不少单位的多款光伏、钙钛矿电池也拿到太空环境实测数据。

眼下,紫微科技B300飞船组合体已经进入总装,计划今年由快舟十一号火箭在酒泉发射,继续承接各类在轨试验订单。对科研用户来说,这意味着“下单—发射—回收数据”的链路会越来越熟、越来越快。

航班化运营——发射频次更高,单位成本更低

飞船能接单,前提是火箭供得上。

“过去拼的是能不能成功发射,现在核心是能不能低成本、高频次、可持续地开展发射作业。”中国航天科技集团商业火箭有限公司总体设计部副部长吴松在论坛上点出商业航天核心转变。万亿级太空经济正在到来,不管是卫星组网,还是批量科学载荷上天,市场对运力提出数千吨乃至万吨级的需求——航天运输正从单次任务模式,向着类似民航的“航班化”演进。

吴松将火箭与汽车、民航并提:三者都属于多次往返、长周期服役的高价值重资产,面临严苛安全约束,高度依赖全生命周期运维保障,“汽车和民航产业可为我国重复使用火箭体系建设提供重要参照”,他说。

航班化的本质就是发射频次更高、单位成本更低。要实现这一点,既要有可复用火箭的技术探索,也需要新一代大运力商业火箭托举大量载荷“批量投送”。

地上有源源不断的试验载荷、组网卫星等着送往太空,谁来承担大规模投送?武汉本土航天企业正在给出方案。快舟航天空间科技有限公司党委书记、董事长查雄权现场透露,明年,10吨级运力的快舟十二号固液混合火箭将完成首飞并投入市场,发射成本不高于每公斤2万元。

这款火箭采用标准化、模块化、积木式研制思路,据了解,10吨级的大运力,一次就可以把几十颗卫星或者大批科学试验载荷送入太空,能快速突破低成本、规模化空间投送能力瓶颈。

太空红利——解锁地面做不成的创新,越来越造福于人类

火箭送得上去、飞船装得下,最终的价值落脚于科学家能在太空完成地面做不成的创新。国际宇航科学院院士、北京理工大学讲席教授邓玉林团队在论坛上分享航天生物医学工程全链条创新成果。

邓玉林介绍,团队手握多项国际领先航天生物技术,研发空间微流控芯片、量子传感高通量检测以及航天荧光探针技术等,先后牵头参与7次航天任务。2017年完成全球首个具有器官芯片功能的航天实验。

航班化发射一旦跑通,将为太空制药打开全新赛道。邓玉林举例说,一个现实难题摆在全球医学界面前:近60年来,人类很难发现新结构抗生素,超级细菌持续威胁公共卫生安全。而太空独有的微重力、强辐射环境,有机会诱导菌株产生全新物质,给研发新型抗生素带来希望。

邓玉林介绍,除新结构抗生素之外,太空蛋白药、类器官芯片药物筛选等项目也在同步推进。

与会专家描绘了一幅更远的图景:航班化时代,高校可以送植物种子上天,企业也可在太空试制特种合金、新药原料,利用微重力造出地面很难产出的新材料。

当火箭发射像航班一样准时、便宜,“太空红利”将越来越造福于人类。