

# 全球首枚成功入轨的液氧甲烷火箭浙江造

## 朱雀腾云方出众

本报记者 沈烨婷 曾杨希

7月12日，一枚从浙江“起飞”的中国民营运载火箭，载入了全球商业航天的发展史册。

当天，记者在酒泉卫星发射中心现场见证了难忘的一幕：由蓝箭航天空间科技股份有限公司（以下简称“蓝箭航天”）自主研制、产于浙江的朱雀二号遥二液氧甲烷运载火箭发射升空。观礼台上，嘉宾、工作人员凝神屏息，目随箭动。12分钟后，火箭顺利进入预定轨道，人们紧张的神情变成舒张的笑脸。大家欢呼雀跃，沉浸在成功的喜悦中。同一时间，千里外的浙江嘉兴和湖州，嘉兴蓝箭航天中心以及蓝箭航天湖州智能制造基地的工作人员也喜笑颜开，击掌相庆。

朱雀二号遥二运载火箭由此成为全球首款成功入轨飞行的液氧甲烷火箭，这也标志着我国运载火箭在新型低成本液体推进剂应用方面取得突破。

## 世界首款为航天之间提供中国答案

两级低温液体运载火箭，箭体直径为3.35米，火箭总长49.5米，起飞质量219吨，起飞推力268吨；整流罩最大直径3.35米，全长8.237米……这是朱雀二号遥二运载火箭的部分参数。

“根据朱雀二系列火箭的运载能力，一枚火箭可以搭载20到30颗卫星。”但在蓝箭航天创始人、CEO张昌武眼里，朱雀二号系列火箭还有更为特殊的意义：这是企业完全自主研发、具备自主知识产权的一款中型液体运载火箭系统。

事实上，民营运载火箭要上天，很难；液氧甲烷运载火箭要上天，更难。在朱雀二号遥二运载火箭之前，全球范围内尚未有成功发射、进入轨道的液氧甲烷火箭。今年上半年，国外有两款液氧甲烷火箭挑战首飞入轨失利，即美国相对论空间公司的人族一号火箭和美国太空探索技术公司（SpaceX）的“星舰”。

液氧甲烷运载火箭技术为何受到航天界的广泛关注？全世界的太空经济都面临同一个问题：成本。火箭高昂的发射成本，是阻碍人类大规模进入太空的“拦路虎”。

张昌武说，液氧甲烷具有比冲（单位重量推进剂所产生的冲量）较高、易获取、成本低、环保无毒无污染等优点，有利于实现火箭的重复使用。一旦液氧甲烷发动机技术成熟应用，未来这种推进剂作为一种可以大批量采购的工业品，成本更加可控，对商业航天公司而言非常友好。

“谁将成为首枚入轨的液氧甲烷火箭？”一直以来，这是商业航天备受关注的问题。如今，朱雀二号遥二运载火箭直上云霄，为这一问题提供了中国答案。

国际宇航联空间运输委员会副主席杨宇光认为，这是一次非常有意义的探索，“全球范围内，民营火箭渐渐成为航天运力的重要组成部分，被寄予低成本的美好期待。此次发射是第一步，在技术上是重大的突破，为未来我国实现低成本的空间运输奠定了很好的基础。”

“朱雀二号遥二运载火箭是全球首款成功入轨飞行的液氧甲烷火箭，证明了液氧甲烷这种高性价比燃料的可行性，也为我国民营火箭企业和整个航天领域带来里程碑意义，增强了中国在全球商业航天领域的竞争力。”浙江大学微小卫星研究中心主任金仲和说。

这是朱雀二号的一小步，却是人类“问天”的一大步。

2014年，《国务院关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的指导意见》正式印发，其中指出，鼓励民间资本参与国家民用空间基础设施建设。2015年，被很多人誉为中国商业航天元年。这一年，蓝箭航天、重庆零壹空间科技集团有限公司等中国第一批民营航天公司先后成立，彼时SpaceX的“龙”飞船已在执行国际空间站补给任务。

8年后的今天，低成本运载火箭、卫星互联网等商业航天迎来新蓝海，中国商业航天企业也在持续发力。公开资料显示，除蓝箭航天外，我国九州云箭、星际荣耀、宇航推进等多家民营航天企业也正在开展液氧甲烷火箭及发动机的研发，陆续取得了比较可观的成果。

事实证明，在“飞天”这场全球竞速中，中国完全有能力后来居上。



朱雀二号遥二运载火箭(资料图)

## 中国实力 走出“归零”的至暗时刻

收获鲜花和果实时刻，只有亲历者才知道，曾踩过多少荆棘。

“三、二、一，点火！”当朱雀二号遥二运载火箭升空时，蓝箭航天试验管理部总经理张昉一直紧盯屏幕，看着轨道参数，直到发射成功的消息传来，那一瞬间，他心中一直紧绷着的弦终于放松了。

2017年，张昉作为高级测试系统工程师加入蓝箭航天，从事液氧甲烷火箭发动机的研制。发动机是设计出来的，也是试验出来的。为保障发动机的试验测试条件，张昉带领团队在湖州一座山坳里建起了试车台。刚开始，山上灌木丛生，没有道路，更无水电。在筲路蓝缕中，他们开启了不平凡征程。

2021年，张昉带领团队用短短6个月时间，就在蓝箭航天湖州智能制造基地内建成了模态试验塔，并用50天时间完成了朱雀二号全箭模态试验，保证了朱雀二号的研制。

成功往往不是一蹴而就。去年12月，首枚液氧甲烷火箭——朱雀二号遥一火箭在酒泉首飞，一级、二级主机正常，但因二级游机工作异常，卫星未能进入预定轨道，发射失利。“我们没

有太多时间去伤心，必须立刻解决问题。”回顾当时的场景，张昉记忆犹新。

经历首飞失利后，蓝箭航天启动故障排查，张昉带领的团队负责统筹整合“归零”实验。“归零”，是指一旦出现了故障，就要从第一步到最后一步逐一溯源，抛弃主观臆断，重新一一验证，直到问题解决。它的“恐怖”之处就在于航天是个系统工程，牵一发而动全身，每一次“归零”都是一项庞大的任务。

足足3个月，张昉和队员铆着一股劲毫不松懈，持续做了十几项实验。“我们需要快一点，再快点，因为后面的团队还在等着我们的结果。”

不经风雨，哪有彩虹。“去年失利后，我们压力不小。”嘉兴蓝箭航天中心火箭总装测发部经理冯涛眼睛有些湿润，他所在的部门承担了一些飞行试验的总装及改制相关任务。从遥一到遥二，团队进行了大量的工作，包括发动机点火试验、地面震动试验、液压试验以及最后的总装检测。“发射成功后，我们就觉得遥一的那个坎儿已经过去了。”冯涛说。

航天领域流传着这样一句话：运载火箭的能力有多大，航天的舞台就有多大。而火箭的

“心脏”——发动机的水平，是决定火箭能力的重要因素。

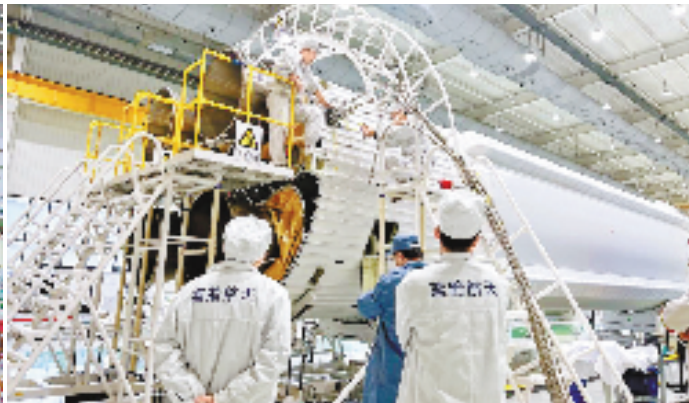
朱雀二号遥二运载火箭采用两级构型，一级由4台天鹊80吨级液氧甲烷发动机并联，二级采用1台天鹊80吨级液氧甲烷发动机和1台天鹊10吨级游动液氧甲烷发动机组合而成。“朱雀二号遥二运载火箭从发动机到箭体、关键单机全都是自制的。”张昌武说，“只有关键技术握在自己手里，才能够控制成本和做后续的技术迭代。”

掌声之外，还有思考。“我国商业航天已经起步，形成了一定能力，未来有很大的发展前景。但总体而言，我国起步较晚，整体水平依然处于较为初级的探索阶段，在技术创新、商业模式创建、市场开发等方面都有待进一步突破。”金仲和说，中国商业航天，特别是民营航天企业的发展，更多地呈现为自然发展、零散分布的状态，需要进一步加强战略谋划、跨领域的融合应用以及重型资本的投入。

“这是一个从0到1的过程。”张昌武说，未来5年，蓝箭航天将把朱雀二系列火箭和正在研制的可复用火箭打造成运力足够大、成本足够低的精品火箭。



2022年11月，朱雀二号遥二运载火箭在嘉兴蓝箭航天中心开始总装。



嘉兴蓝箭航天中心

## 浙江制造 “飞天梦”的种子生根开花

小到发动机，大到全箭体，朱雀二号遥二运载火箭是一枚不折不扣的“浙产之箭”。

“浙江制造业发达，本土及周边有大量与航天配套的产业链布局，能够充分满足航天火箭生产、组装对配套环境的需求。”早在2017年，张昌武考察全国，寻找合适的火箭制造基地，最终将目光落在了浙江。

目前，蓝箭航天在浙江建有3处火箭研制、装配、测试基地，包括专攻液体火箭发动机研制的湖州蓝箭航天智能制造基地，用于发动机综合测试的湖州热试车中心，以及专注于火箭全箭设计仿真、试验检测、智能制造的嘉兴蓝箭航天中心。

2019年以来，天鹊液氧甲烷发动机已在湖州热试车中心累计完成了近10万秒的地面试车。2022年11月，朱雀二号遥二运载火箭在嘉兴蓝箭航天中心开启总装及调试，于今年5月4日从基地出发，历经9天运抵发射场。

“此次任务的成功验证了朱雀二号遥二运载火箭各系统方案，为下阶段的可复用火箭研制打下了坚实的基础。”张昌武说，通过位于浙江的火箭制造基地，蓝箭航天将继续以朱雀系列运载火箭为核心产品，开启批量化生产进程，明年起有望实现每年3到4枚火箭出厂，继续为浙江制造擦亮名片。

事实上，“飞天梦”的种子很早就撒播在浙江。

在嘉兴平湖独山港镇，72岁的女教师姚

爱英被称为“中国民间航天教育第一人”。1992年，她在黄姑中学提出“不追歌星追科星”，组织学生写慰问信，并给中国运载火箭技术研究院寄去了181.2元。30年来，双方互动频频，这段情谊还促成了一家“国字号”综合性航天科普馆——中国航天科普馆落户平湖。

一个教师与一群孩子的追“星”热潮，让一座城市也披上了浪漫的色彩。“经过一段时间发展，化工产业的开发空间已经接近饱和，资源环境约束不断加大，我们将发展新兴产业的方向瞄准了航空航天产业。”嘉兴港区管委会相关负责人说，早在2017年，嘉兴港区就从顶层设计着手，举全区之力打造新的产业发展平台——航空航天产业园，积极培育发展新动能。

多年努力，换来今朝圆梦。目前，嘉兴港区航空航天产业园已引进总投资100亿元的嘉兴蓝箭航天中心项目，重点为大飞机、高铁等项目提供材料解决方案的总投资115亿元的嘉兴瑞华泰高分子新材料项目，总投资9.28亿元的照麦（嘉兴）现代航空领创园项目等航空航天标志性项目，将努力建设成为长三角区域重要的航空航天产业集聚区。

这颗“飞天梦”的种子，在浙江生根开花。2021年，浙江发布航空航天产业发展“十四五”规划，提出培育发展商业航天，包括商业运载火箭、微小卫星、北斗应用等领域。今年，浙江又在《关于培育发展未来产业的指导意见》中，将空天信息产业定为优先发展的9个快速成长

的未来产业之一。

“在当下，民营企业是‘国家队’的有益补充，两条腿走路可以更好促进整个航天事业又好又快发展。”金仲和说，随着商业航天的蓬勃发展，民企的实力不断增强，浙江民营经济参与航天事业的热情越来越高涨。

金仲和带领的团队一直致力于微小卫星领域研究，已经自主研发在轨卫星8颗，在研卫星18颗，同时已有50余颗在轨卫星使用团队自主研发的部组件。“我们把微纳卫星技术从实验室科研推向了国家重大工程应用，同时也证明了以工业级器件为主研制高可靠、长寿命卫星的可行性，已具备产业化推广的条件。”金仲和团队孵化的众星志连公司，已经成为国内外少有的具备卫星部组件到整星全链条研产能力的民营商业卫星公司。

“不过与北京、上海、广东等地相比，浙江航空航天产业尚未形成完整的全产业链格局，整体规模偏小。”在金仲和看来，未来浙江可以从顶层规划开始，引导形成航天科技能力和航天发展合力，推动空天信息技术与浙江具有优势的数字经济、人工智能等前沿新兴战略性产业相结合，打造融合应用场景，掘金“太空经济”。

朱雀二号遥二运载火箭在我国酒泉卫星发射中心发射升空，按程序完成了飞行任务，发射任务获得圆满成功。 新华社发

观点

## 期待民营航天更多逆袭

伍里川

民营航天公司蓝箭航天自主研发的朱雀二号遥二运载火箭发射圆满成功，成为全世界一枚成功发射入轨的液氧甲烷运载火箭。

一家民营企业带着“朱雀”飞天，这本身就是一次壮举。考虑到由于接连两次失败，美国失去了液氧甲烷火箭首发成功的历史机会，朱雀二号一鸣惊人，更是一个不折不扣的奇迹。

值得一提的是，从浙江大地飞向太空的中国朱雀，是在一众美国甲烷火箭“围追堵截”下夺得这个全球第一的。中国朱雀面对的是全世界的顶尖对手：马斯克SpaceX的星舰、贝索斯蓝色起源的新格伦、波音洛马合资公司ULA的火神半人马……事实证明，对手越强大，越能激发我们的雄心壮志。

中国航天取得了举世瞩目的成绩，但过往我们很少在这个领域关注民营企业。相对于阵容强大的航天“国家队”，“民营队”显得有点低调。蓝箭航天的成功，不仅证明了中国民营航天在全球的先进地位，更召唤着更多民营企业投身航天事业，在为国争光的同时，也为自身发展增添强劲动力。

当此之时，中国民营航天既面临各种挑战，也面临众多机遇。以敢为天下先的勇气应对挑战，以舍我其谁的精神抓住机遇，是摆在中国民营航天人面前的一大课题。

降低成本，让飞天变得容易，变得经济实惠，是一个值得展开的梦想。中国民营企业在代表低成本液氧甲烷技术上占得先机之后，有着继续追求突破的动力。随着成本指数级下降，相信会有更多民营企业加入航天大家庭。

假以时日，中国民营航天一定会在更多层面完成逆袭。



朱雀二号遥二运载火箭从嘉兴蓝箭航天中心运往酒泉卫星发射中心的途中。

中国新闻名专栏 深读

(本版图片除署名外均由蓝箭航天提供)