

上海航天：从“8公里”到“行星际”的跨越

本报记者张建松、周琳

上海浦东新区老港镇有一条火箭路，路的尽头，是一枚高高耸立的“火箭”直冲云霄——这里是中国第一枚试验探空火箭发射成功纪念碑。61年前，这枚T-7M探空火箭尽管只飞了8公里，但却迈出了我国探空火箭技术具有工程实践意义的第一步。

1961年8月1日，上海市第二机电工业局正式成立，奏响了航天人在黄浦江畔开拓、进取、奋斗、发展的时代乐章。60年来，一代又一代的上海航天人不忘报国初心，团结砥砺奋进，铸国之重器，赴星辰之约，上海航天技术研究院作为中国航天科技集团三大总体院之一，成为我国国防装备和宇航发展的主力军。

打响“冲天第一炮”

上个世纪五十年代，世界大国纷纷开始向空间进军。1958年8月，为了响应党中央“我们也要搞人造卫星”伟大号召，中科院决定将卫星发射作为当年的头号重点任务，成立了代号“581”工作组，由钱学森负责，并建立第一设计院，承担发射人造卫星所需运载火箭的发射任务。

为充分利用上海地区较好的工业基础和科研生产条件，1958年11月，第一设计院搬迁到上海，更名为上海机电设计院，作为研制探空火箭的主体单位，从而拉开了我国探空火箭事业发展的序幕。

上海机电设计院副院长杨南生和总工程师王希寿，受命率领一批平均年龄只有24岁的年轻人研制火箭，许多人都刚走出校门不久，有的甚至还没有毕业就拿着组织上的调令前来报到。虽然没有专业知识和工程经验，但他们热情洋溢、青春燃烧，满怀着为国争光的雄心壮志。

由于当时条件极为简陋，上海机电设计院根据上级的指示和钱学森的要求，决定量力而行，研制一种推力不大于3吨、采用常规推进剂、飞行高度在100公里以内的小型探空火箭，定名为T-7。为了锻炼队伍，再先搞一个比T-7缩小一半的模型火箭，命名为T-7M。

虽然从未研制过火箭，但上海机电设计院的一群“初生牛犊”白手起家、因陋就简，发明一个个“土办法”破解工程难题。例如，控制头体分离的定时钟表机构，是他们用7元钱买来的一只小台钟改装的；点火装置则是将普通小电珠的玻璃敲碎，取出灯丝再裹上硝化棉制成的；启动发动机的爆破阀的关键元件——爆破薄膜，技术要求很高，薄膜铣削深度公差要求在0.005毫米内，是两位刚走出校门的女队员，经过一个半月的近千次试验“铣削”出来的。

在建筑密集上海选择一处火箭发射场地，也是一件很不容易的事。杨南生多次带领队员们到上海偏远的郊区勘察，最后选定老港镇



中国第一枚液体探空火箭T-7M001号火箭在发射前利用打气筒加注推进剂。（受访者供图）

的一片海边滩涂作为发射场。如何将发射架这一“庞然大物”运送到发射场，也是不小的难题。队员们从上海的一个江边码头，把发射架装在一艘小火轮上，沿着黄浦江运送到浦东南汇码头；然后再转移到一艘小木船上，由船工摇到老港镇的小河边；再通过简易设备牵引、人拉肩扛，把发射架运到了岸上；最后，依靠两台卷扬机，用钢丝牵引的土办法，一点一点地把发射架移到了预定的安装位置。

当年，老港发射场的各项设施也极为简陋。一台50千瓦的发电机组是借来的，放在一间简易的芦苇棚里；火箭推进剂的加注，是用自行车打气筒加压进行的；发射区内没有通信联络设备，各项命令全靠人员叫喊和打手势来传递；指挥所是挖了个大坑，再用几十个装满泥土的麻袋堆积而成，看上去就像战争年代构筑的地堡。

1960年1月25日，首发T-7M探空火箭点火后，由于液体管道和推力室连接处被震裂，导致推进剂泄漏燃烧，首次发射失败。经过一番深入分析和总结，大家再接再厉，2月19日再次发射，首次取得成功，飞行高度约8公里，这是我国火箭技术史上第一个具有工程实践意义的成果。

1960年5月28日晚，毛泽东主席在视察T-7M火箭的时候得知，这一火箭是由一群从来没有干过航天的“初生牛犊”搞出来的，非常高兴，他勉励年轻的航天人：“8公里，那也了不起呀！应该8公里、20公里、200公里地搞上去！”为加速中国航天工业发展，1961年8月1日，上海市第二机电工业局正式成立，这就是上海航天技术研究院的前身。

平均年龄35岁的“行星际跨越”

2021年5月15日，我国首个自主火星探测器“天问一号”成功着陆火星，迈出了我国星际探测征程的重要一步，实现了从地月系到行星际的跨越，在火星上首次留下中国人的印迹，这是我



中国第一枚试验探空火箭发射成功纪念碑。

本报记者张建松摄

国航天事业发展的又一具有里程碑意义的进展。

天问一号火星探测器由火星环绕器和着陆巡视器组成。火星环绕器承担了地火转移飞行、火星捕获制动、器器分离、着陆过程数据中继、火星车数据中继、环火科学探测众多任务。上海航天一支平均年龄35岁的年轻团队，承担了火星环绕器的研制重任。

2014年，上海航天技术研究院开始火星环绕器的详细方案设计与关键技术攻关工作，张玉花被任命为天问一号探测器系统副总指挥兼火星环绕器总指挥。尽管那时已经通过探月工程积累了一些经验，但火星是一个完全陌生的探测目标，缺乏一手的环境数据。任命之初，张玉花深感国家期望的重大压力。面对困难，她组织队伍、制定计划、层层分解、落实责任，研制逐步上了正轨。

为了攻克环绕器自主管理难题，环绕器副总师朱新波带领团队组建攻关小组，不断完善理论模型和技术框架。为了更好地发挥协作优势，团队骨干何振宇等年轻同志频繁往返京沪，不断完善项目建议书和任务书，边论证边调研，团队“深空探测自主管理与控制关键技术”“深空探测顶层任务规划与系统级技术”等课题研究先后取得突破，项目成果成功应用，环绕器终于拥有了聪明的“大脑”。

环绕器在抵达火星后，需要把握住唯一的机会对火星进行制动捕获，高可靠自主火星捕获技术极为关键。为了解决难题，团队谢攀等总体设计师与专业所的同志们一起，提出了无数个方案，又推翻了无数个方案，最终采用了捕获时机时长和速度增量两个指标，来控制发动机的“双关机策略”；而且，环绕器还可以自主生成二次捕获策略以最大限度保证任务成功。

最远4亿公里地火距离，自由空间衰减巨大，怎么保障探测器与地面站通信，也是摆在团队前面的难题。在测控数传设计师李金岳、



天问一号探测器系统副总指挥兼火星环绕器总指挥张玉花（左一）在工作中。

本报记者张建松摄

王建建、何春黎等的努力下，团队为环绕器配置了最强“千里眼”和“顺风耳”——深空应答机+高增益接收天线，并为此打造了一套超高灵敏度和可靠性的器地通信系统，能够在漫漫宇宙中捕获跟踪极弱的有用信号，正确解析出地面的每一条指令。团队还设计了高达数十种的码速率，可实现多码速率的自适应收发，满足了全过程的测控、数传使用需求。

在火星环绕器研制过程中，上海航天火星团队完成了大量的地面验证试验、4000余小时的加电测试、奔赴数万公里的测控对接，建设了飞控分析与决策地面仿真支持系统。测控数传分系统作为火星探测器最重要的分系统之一，不仅要像其他分系统一样顺利完成整器的各项试验，同时还要完成各测控站、应用站的对接。对接工作时间跨度大、作战距离远，需要长期保持多地同时作战。

北到佳木斯的深山老林，西到喀什的茫茫戈壁，南到文昌的湿热海岛，东到上海的佘山脚下……在进行我国首个高灵敏度数字化深空应答机的测控应用对接任务时，李金岳、张旭光、何春黎、刘镒等年轻设计师们，在几个月的时间里辗转八地，奔赴数万公里。

2020年初，一场突如其来的疫情，打乱了火星环绕器正样产品的出厂步伐。由于交通管制，人员往返北京参加两器联试的安排严重受限。为了降低人员流动风险，团队决定分双线并行推进工作：一支队伍在京完成与北京飞行控制中心的无线一比一联试，另一支队伍负责在上海完成整器出厂评审准备工作。

2020年4月初，试验队奔赴文昌发射中心，每天“朝五晚九”为环绕器做发射前的最后冲刺。在所有人共同努力下，天问一号火星探测器于2020年7月23日成功发射并进入预定轨道，环绕器工作一切正常，发射任务取得了圆满成功。

由于火星任务的特殊性，设计师必须在

整个任务期间持续对天问一号的状况进行监测。在环绕器副总指挥褚英志、计划助理印兴峰的组织下，上海团队轮换执行北京/上海的飞控值班任务。在2021年2月火星制动捕获、5月火星着陆的关键节点，团队全员奔赴北京飞控，总体主任设计师牛俊坡、总体副主任设计师谢攀、杜洋，牵头团队谨慎细致地开展飞控文件的最终确认，与北京飞行控制中心开展了一遍又一遍的协同演练。正是在这样的不懈努力下，环绕器顺利完成了火星制动捕获，并为着陆器提供了有效的中继支持，成功实现着陆火星。

“弹箭星船器”样样俱全

60年来，上海航天技术研究院秉承富国强军的神圣使命，从战术导弹研制起步，从无到有、从小到大、从弱到强，逐步发展成为“弹箭星船器”多领域并举、军民产业结合的综合性航天产业集团，成为我国国防科技工业的骨干力量，中国航天科技集团有限公司三大总体院之一。

在承担国家重大航天工程任务的同时，上海航天积极推进航天技术的转化应用，形成以新基建（商业航天）、新能源、新装备、新材料、新服务为核心的具有较高集中度的产业集群。目前下辖21家企事业单位，形成了以上海闵行航天城为核心，辐射整个长三角地区的发展格局。

尽管已成立60周年，但截至2020年底，拥有21000余人的上海航天技术研究院，平均年龄只有35岁，是我国航天队伍中一支青春洋溢、朝气蓬勃的主力军，开拓创新、锐意进取是上海航天人最显著的特征。

例如，在掌握火箭纵向耦合振动抑制、常温推进剂三级发动机二次启动等关键技术的基础上，上海航天突破了新一代运载火箭“三平”测发、发动机氧箱自增压、偏置集中力设计分析与试验等关键技术，成为我国两大运载火箭研制基地之一。

上海航天还成功突破了图像导航与配准、微振动测量及抑制、高精度高稳定度姿态控制等关键技术，完成第二代极轨和静止轨道气象卫星的研制发射，实现了我国气象卫星从跟跑并跑到并跑领跑的跨越。同时，空间对接机构、半刚性太阳翼、柔性太阳翼、月面移动技术、火星制动捕获等关键技术和产品，填补了国内空白，达到了国际一流水平。

天何所杳？十二焉分？日月安属？列星安陈？2300多年前，爱国诗人屈原的《天问》，向世界万物提出177个问题，2300多年后，上海航天技术研究院在中国航天科技集团的领导下，用实践不断探寻自然和宇宙空间的奥秘，这是中华民族坚韧执着追求真理的真实写照。

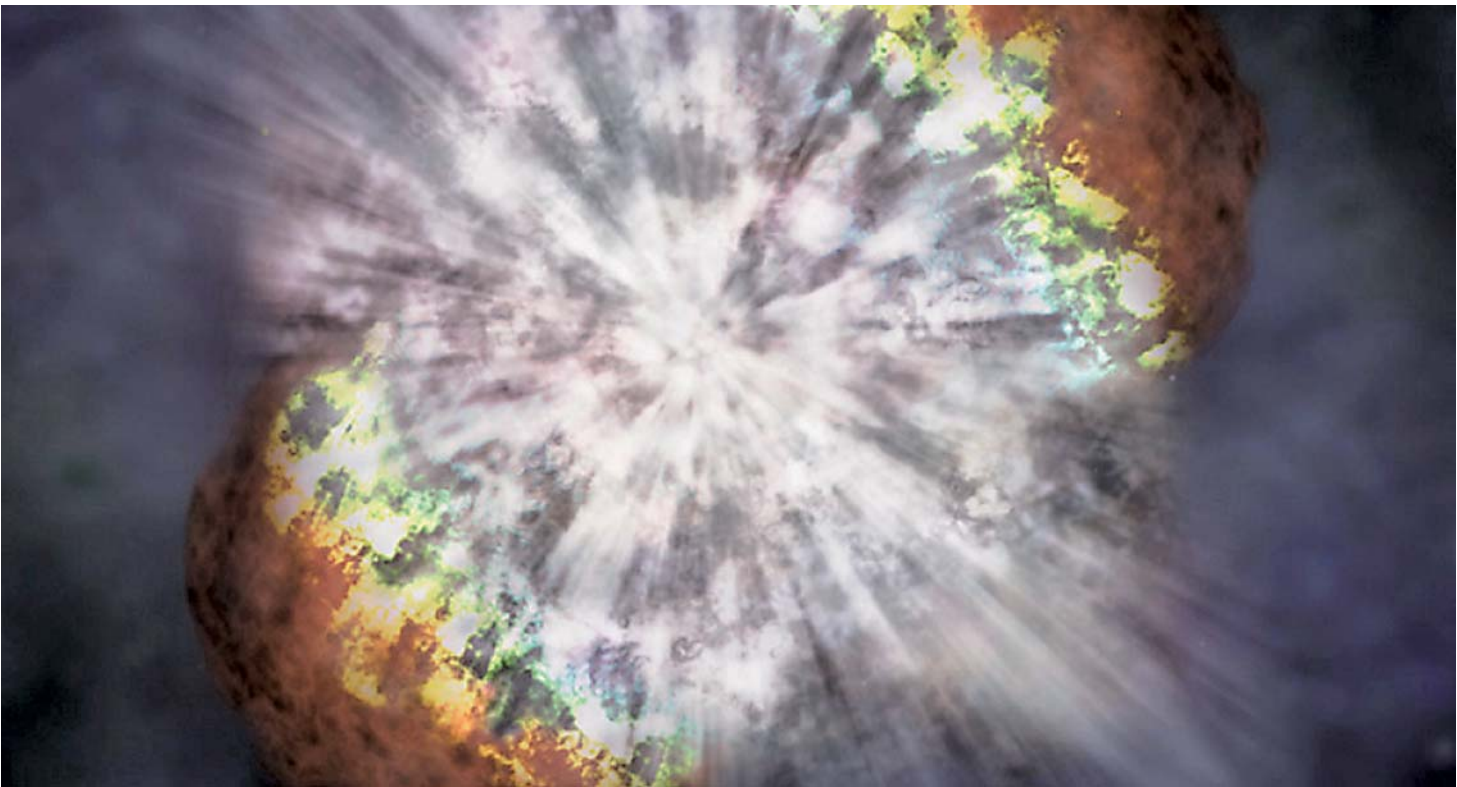
澳研究人员说捕捉到超新星爆发的“最初景象”

新华社堪培拉8月8日电(记者白旭、岳东兴)澳大利亚国立大学研究人员日前发表公报说，他们与多国研究人员合作，捕捉到了超新星爆发的“最初景象”。这是天文学家第一次细致地观测到完整的超新星爆发过程，有助于研究宇宙起源。

超新星是某些恒星在演化接近末期时经历的一种剧烈爆炸。天文学家对爆发前光的亮度如何随时间变化特别感兴趣，因其可提供判断恒星类型的线索。但超新星形成初始阶段过程极快，大多数望远镜很难记录。此前，天文学家掌握的数据并不完整，仅包括光线变暗和随后的爆发，但从未捕捉到爆发开始的最初光芒。

据公报介绍，美国航天局的开普勒太空望远镜在2017年捕捉到有关数据。而澳国立大学研究人员记录下了恒星爆炸前，第一个冲击波穿过恒星时所释放的光芒。研究人员通过比对大量的现有恒星模型，测试了这些数据。根据他们的建模，天文学家认为，引发超新星的恒星很可能是一颗超巨星，它比太阳大100多倍。

这项研究成果已发表在英国《皇家天文学会月刊》上。论文第一作者帕特里克·阿姆斯特朗说：“这一重大发现将为我们提供所需数据，有助于识别变为超新星的其他恒星类型。”



景象。这张美国国家航空航天局提供的图片显示的是超新星爆发的景象。新华社发(澳大利亚国立大学供图)

“这里的沙子会唱歌”

生态保护助敦煌鸣沙山恢复“鸣叫”

新华社兰州8月9日电(记者张文静、郭刚)全国防沙治沙标兵、中国科学院西北生态环境资源研究院敦煌戈壁荒漠研究站屈建军研究员，通过对甘肃省敦煌市鸣沙山鸣沙现象持续考察基础上，近日成功发现，在鸣沙山区域内都有鸣沙群分布，且部分沙山恢复了“鸣叫”。

屈建军介绍，鸣沙山东起莫高窟，西至党河口，东西连绵约40公里，南北宽约20公里。“这里的沙子会唱歌？”对此，他解释，鸣沙又称为响沙、哨沙或音乐沙，常分布于沙漠和海滩

中，而以沙漠中最为罕见，被认为是一种神奇的自然现象，并因此成为重要的旅游资源。但包括甘肃省敦煌市鸣沙山等在内的我国境内著名鸣沙山先后丧失发声功能。

经过多年研究，屈建军发现，敦煌市鸣沙山自然沙粒表面由风蚀、水蚀等多种因素所形成的多孔(坑)状结构，构成共鸣腔，借助外力作用，在运动过程中互相摩擦、碰撞而产生极微弱的振动声响，经大量的表面空腔共振放大，从而使人耳接收到运动沙粒的发声频谱。但环境污

染和人类活动的增加，导致敦煌市鸣沙山沙粒磨蚀，继而产生粉尘等杂质。这些杂质侵入沙粒表面的孔洞时，因其所产生的阻尼作用，导致鸣沙共鸣机制丧失变为“哑沙”。他的这一研究成果曾于2019年获得第八届中国创新创业大赛沙产业大赛二等奖。

屈建军告诉记者，20世纪90年代左右，由于人类活动增多，人为过度踩踏，给鸣沙山生态保护带来困难，部分鸣沙也逐渐丧失发声机制。近年，当地政府启动鸣沙山封禁保护

项目，划定沙化封禁区，开展封禁保护、植被保育工程，一定程度上助力了敦煌市鸣沙山部分沙山恢复“鸣叫”，且形成罕见的鸣沙群。

“经过多年科学保护，敦煌市鸣沙山的部分沙山沙粒得到了淘洗，沙粒表面被净化，沙粒经过踩压可恢复往日的‘鸣叫’。”屈建军建议，宜尽快开展鸣沙资源的科学考察，通过敦煌鸣沙资源的考察与评价，精准定位鸣沙沙丘，保护这一神奇的自然现象，进而为敦煌鸣沙旅游资源保护和合理开发利用提供科学依据。

联合国政府间气候变化专门委员会由世界气象组织和联合国环境规划署于1988年11月联合建立。

在过去30多年里，该委员会组织各国政府和相关国际组织推荐的数千名专家，已经完成了五次气候变化科学评估报告的编写。

联合国报告：未来极端天气可能更频繁