



助飞中国航天事业的 重庆力量

——来看看太空中的“重庆造”黑科技

“航天梦”助力“中国梦”。
4月24日是第八个“中国航天日”，今年航天日的主题是“格物致知，叩问苍穹”。
逐梦太空，叩问苍穹，在我国航天事业发展进程中，有许多“重庆造”参与其中，贡献力量——

□本报记者 夏元

3月22日，中国航天科工集团落户西部（重庆）科学城企业研制的天目一号气象星座03星、04星、05星、06星，以“一箭四星”方式，由快舟一号甲固体运载火箭发射升空。

这4颗遥感探测卫星中，03星被命名为重庆金凤实验室号，04星为重庆金凤软件园号，05星为重庆金凤生物医药园号，06星为重庆金凤城市中心号。这些卫星主要用于获取全球大气环境要素信息。

一直以来，在我国重大航天工程项目中，都有一大批重庆企业及研发机构为之提供配套，并带动重庆航空航天产业从“无中生有”到实现集群发展。

今年3月，重庆出台《关于加快推进以卫星互联网为引领的空天信息产业高质量发展的意见》，提出到2025年创建国家级卫星互联网产业创新中心，到2030年建成卫星

互联网综合应用示范区，形成千亿级空天信息产业群。
在第八个“中国航天日”来临之际，重庆日报梳理出一批为国家重大航天项目提供配套的渝企及研发机构，作出贡献的“重庆造”产品，以及深耕航天产业的相关渝企。

西南铝业(集团)有限公司 屡创世界纪录 为箭星船提供高精尖铝材

2022年10月31日，搭载空间站梦天实验舱的长征运载火箭准确进入预定轨道，发射任务圆满成功，一批“重庆造”高精尖铝材随之再次闪耀太空。

在此次发射任务中，西南铝业(集团)有限责任公司(下称西南铝)分别为梦天实验舱和长征火箭提供了80%以上、60%以上的关键铝合金材料，涉及锻件、板材等多个大类共10多个规格品种，用于实验舱表面结构和运载火箭的过渡环、转接框等关键部位。

“铝合金材料一度是我国航天事业发展中的薄弱环节。如今越来越多的国之重器用上‘重庆造’，表明重庆航天产业自主研发及配套能力得到了广泛认可。”西南铝董事长黎勇表示。

一直以来，铝合金都是用于制造火箭、飞船等航天器极为重要的材料，这是因为铝合金密度低、低温性能极佳，例如火箭发射部分的液氢液氧燃料贮箱就是用铝合金制作，火箭舱段主体结构件所用的材料也是铝合金。可以说，铝合金配套能力在很大程度上决定了国家航天事业发展进程。

作为我国生产规模最大的综合性铝加工企业，近年来西南铝先后为天舟和神舟系列飞船、嫦娥系列卫星、长征系列火箭、天宫系列目标飞行器等国家航天重点工程提供大量关键材料，有力支持了国家航天事业发展。

比如，2007年，西南铝攻克大铸锭铸造、锻造开坯、坯件轧制等技术难点，研制出直径5米的铝合金锻环，其独创的核心锻造技术填补了国内空白，产品应用于长征五号新一代运载火箭；

2015年，西南铝研发出首个直径9米超大型铝合金整体锻环，创下世界纪录；

2016年，西南铝攻克轧制成型、热处理等关键技术，研制出直径10米的超大型规格铝合金锻环，再次刷新世界纪录，为我国重型运载火箭研制解决了重大技术难题。

中国电科芯片技术研究院 让国家航天器 装上先进的“重庆芯”

2022年11月29日，神舟十五号载人飞船成功发射，3名航天员进驻中国空间站，与神舟十四号乘组首次实现“太空会师”。

位于西部（重庆）科学城西永微电园的中国电科芯片技术研究院(下称电科芯片)，为这艘飞船配套了一揽子产品，包括模拟集成电路、二次电源、微波组件和光调制模块等核心产品，分别应用在飞船发射、上升、交会对接等多个环节。

在近年我国先

后发射的遥感三十四号01星、02星、03星及04星上，亦装备了电科芯片研制的半球谐振陀螺。这款专门为高精度卫星研制的产品，具有精度高、噪声低、寿命长等特点，性能达到国际先进水平。

目前，上述4颗卫星装备的半球陀螺产品均工作正常、性能稳定，为卫星在轨运行提供了保障。

另外，与电科芯片一体化运行的中电科芯片技术(集团)有限公司，其前身中电科技集团重庆声光电有限公司，此前亦为神舟飞船系列配套了60多个型号产品，包括磁性器件、模拟集成电路、二次电源、微波组件和光调制模块等。

雷奥无限未来城市(重庆)智能技术有限公司 量身定制 专用“护航椅”技术含量高

2022年12月4日，神舟十四号乘组平安返回地球。航天员出舱后坐在椅子上接受采访的画面，让人印象深刻。

负责神舟十四号乘组专用移送座椅设计及研制的，正是雷奥无限未来城市(重庆)智能技术有限公司(下称雷奥无限)——从2013年“神十”开始，雷奥无限一直承担着为航天员研制专用“护航椅”的任务。

“随着航天任务增加，航天员驻留空间站的时间增多，比如神舟十四号航天员的驻留天数达到183天，这对他们返回地球后身体适应地面重力环境提出更大挑战。”雷奥无限设计团队负责人表示。

为“神十四”航天员提供的座椅，不仅要减轻长时间处于失重状态对航天员的骨骼、肌肉、血液等带来的巨大影响，还要满足其从坐立到平躺的舒适支撑，以及从乘坐到抬送多状态转换的便捷操作需求。

在“神十三”座椅设计的基础上，雷奥无限设计团队与国家航天员中心专家团队充分沟通，重点在座椅舒适性、通过性、安全性等方面进行创新改进和迭代升级，采用3D打印、碳纤维、批量智造等工艺技术，最终顺利完成了“神十四”座椅研制任务。

自2013年以来，雷奥无限与国家航天员中心合作，先后承担了太空科技南方研究院生态环保仓、空间站设备人因工程设计研究、地面训练设备等多个项目设计和研制任务。

重庆大学机械传动国家重点实验室 从“滚铁环”中找灵感 捕捉每一道阳光

2022年7月24日，中国空间站问天实验舱成功发射，其太阳能电池翼“阿尔法对日定向驱动机构”随即投入使用——凭借这套设备，空间站能够实时捕捉每一道阳光，保证能量供给源源不断。

“这套对日定向装置里的对构齿轮传动，是我们历时8年自主研发的成果。”重庆大学机械传动国家重点实验室教授陈兵奎介绍，这款齿轮传动产品具备的误差适应能力和承载能力，能够适应太空极端低温变化对阿尔法机构造成的超大空间尺寸形变，具备高可靠、长寿命等特性。

有趣的是，发明对构齿轮传动的灵感，竟然源自“滚铁环”游戏。“铁环滚动直走的时候垂直于地面，在拐弯时则与地面相对倾斜。因此，我们猜想曲线与曲面的接触会具有很好的误差适应性。”陈兵奎说，团队在“滚铁环”原理基础上，提出具有很好误差补偿能力的线面对构齿轮传动设计原理，并最终研发成型。

重庆大学机械传动国家重点实验室是我国首批工程技术领域“国字号”重点实验室之一，也是首批机械传动领域3个国家重点实验室之一，以其机械传动系统基础、应用基础研究，跻身全球四大齿轮研究中心之列。

近年来，重庆大学机械传动国家重点实验室陆续形成曲线—曲线、曲线—曲面的对构圆柱齿轮、对构锥齿轮等理论体系，并获得多项国际专利。应用到问天实验舱的产品，采用的正是曲线与曲面的对构齿轮。

该实验室还在嫦娥四号生物科普试验载荷、嫦娥五号着陆验证系统、首次月面无人钻取采样等国家航天重大工程项目中，解决了故障定位不准、试验评价手段不足等多类关键性难题。

零壹空间科技集团有限公司 要将火箭发射准备时间 压缩到30分钟

2018年5月17日，我国首枚民营自研商用亚轨道火箭“重庆两江之星”成功发射，标志着中国航天领域出现了“国家队”与民营企业并存且互补的发展格局。

研发制造并成功发射“重庆两江之星”火箭的，是落户两江新区的零壹空间科技集团有限公司(下称零壹空间)。零壹空间是国内最早的民营航天企业之一，也是当前国内领先的火箭技术公司，迄今已成功完成4次火箭发射。

零壹空间负责人介绍，该企业已建成火箭智能总装制造基地、飞行控制系统半实物仿真实验室、大型计算机超算中心、固体火箭发动机研制基地、空天电子产品研发中心，具备火箭技术开发的软硬件条件。

“按照火箭技术垂直一体化业务布局，零壹空间正在打造快响、机动、智能化的‘火箭+’产业服务平台。”该负责人介绍，企业先后研制出5个系列火箭技术产品，实现了火箭核心技术自主研发和自主可控，并致力于让火箭发射流程更为精简、精准。

例如，2021年2月5日，零壹空间成功发射的OS-X6B火箭，首次实现民营火箭“五个一”发射，即用“一枚火箭、一辆发射车、一个地面站、一个无人机、一个PAD”就完成火箭发射任务，极大简化了发射流程。

“一般情况下，火箭发射准备需要一周或更长时间，而我们一直在为缩短这个准备时间而努力。”零壹空间研发人士表示，企业研发团队正在从火箭总体、火箭储运系统、火箭测控系统等方面着手全方位提升火箭发射速度，让火箭发射准备时间从7天缩短为24小时、1小时，最终缩短到30分钟，以此作为各类装备应急发射或保障需求提供服务。

重庆开拓卫星科技有限公司 不走寻常路 批量化生产卫星配套产品

2020年12月，国内首条卫星电源产品自动化柔性生产线，在綦江建成投用。

这条生产线是由重庆开拓卫星科技有限公司(下称开拓卫星)自主研制，主要进行卫星配套产品的批量化生产，具备每年为200颗卫星配套相关产品的能力。

“批量化”生产卫星相关配套产品，这在航天产业中并不多见，因为卫星产品属于“高精尖”，其产量远小于汽车、手机等，并且卫星产品往往具有很强的“个性”，不适宜进行批量化生产。

为什么开拓卫星“不走寻常路”？原来，在2018年以前，开拓卫星研发团队主要在航天“国家队”提供服务，他们一直为“行业症结”所困——卫星核心部件的供应能力与卫星系统需求不匹配，核心部件良率与卫星系统的要求之间也存在差距。

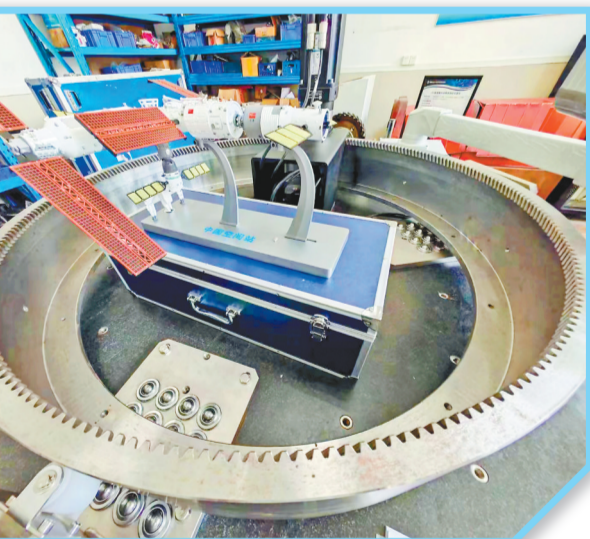
为此，研发人员尝试了大量新方法，比如引入相应工业先进技术并融合航天设计经验，在一定程度上解决了卫星配套产品的问题。

之后，开拓卫星团队继续另辟蹊径，以工业级材料和元器件为基础，辅以备用的环境适应性保证技术体系，采用智能装备代替原有手工制造的生产方式，从而以更低成本和更短周期研发生产出一批高性能、低成本、高可靠、模块化、快响应的卫星单机产品，从根本上解决了商业微小卫星单机产品需求的痛点。

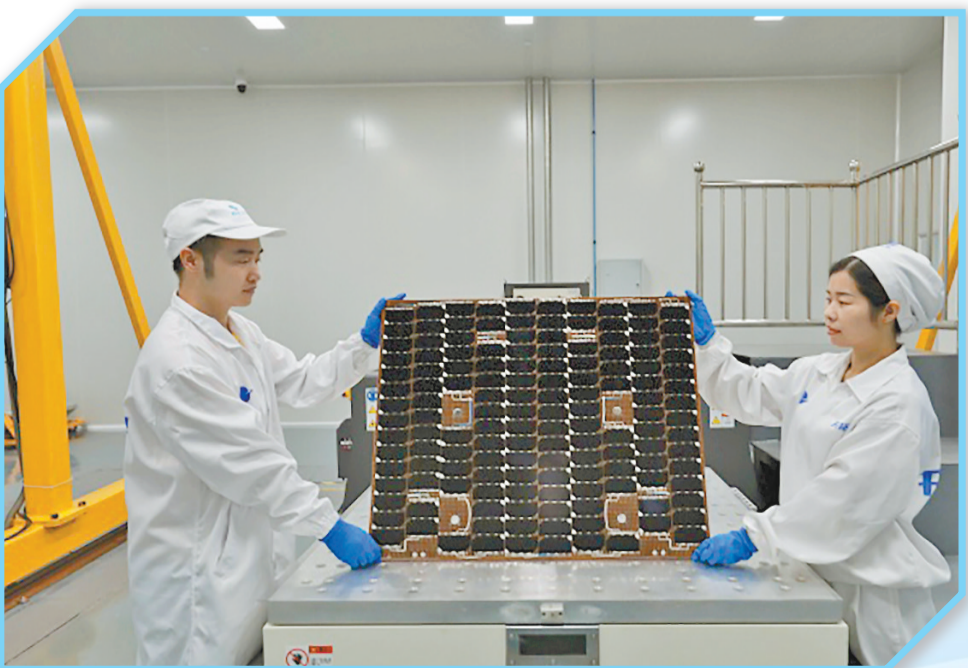
例如，2021年10月14日，开拓卫星研发的太阳能电池阵产品随着气象探测卫星发射升空，目前在轨运行状态良好；2022年10月7日，开拓卫星为“微厘S5/S6”试验卫星配套的太阳能电池阵产品，随卫星发射入轨，整体在轨表现优异稳定；今年1月9日和3月22日，开拓卫星配套的太阳能电池阵随着“天目一号”气象星座首批6颗卫星先后发射成功，在轨运行状态良好……

开拓卫星技术部部长王语表示，开拓卫星以“部件研制能力+批量化生产能力”为核心优势，全力推动工业化卫星部件研制，未来还将为国家航天事业发展配套更多“重庆造”卫星产品。

西南铝生产的长征运载火箭用铝合金锻环。(受访者供图)



重庆大学机械传动国家重点实验室为问天实验舱配套的对构齿轮传动。(受访者供图)



开拓卫星研发人员展示自主研发的太阳能电池阵产品。(受访者供图)