

走进民营企业看创新②

走进商业航天公司银河航天——

# “造星”“织网”，“冲浪”无忧

本报记者 叶 子

“我现在在泰国曼谷，大家透过我身后的窗户，可以看到曼谷的城市天际线……”大屏幕上，银河航天联合创始人、副总裁刘畅的声音和画面稳定清晰。今年2月12日，北京商业航天产业高质量发展大会上，身处北京亦庄主会场的参会者，见证了中国商业航天领域这一有意义的时刻。

这不是一个普通的视频连线，它使用的是卫星互联网。日常我们使用的网络，主要依靠地面基站，而基于卫星通信的互联网，让卫星成为太空中的“基站”，用户在全球任何地方都可以

接入互联网。即便身处大山、海上、空中，也能上网“冲浪”。  
作为商业航天的创新主体，银河航天一直致力于通过技术创新助力航天产业发展，目前已成功发射自主研制的20余颗卫星，并构建了中国首个低轨宽带通信试验星座“小蜘蛛网”，完成了多项全球和国内首创的卫星互联网应用验证，并已在海外落地，具备单次30分钟左右的不间断、低时延宽带通信服务能力。近日，本报记者走进银河航天，探访这家民营企业的创新故事。

## 做研发： 既要低成本，又要高性能

建设卫星互联网，基础是要研制低成本、高性能的卫星。对于银河航天的工程师们来说，做出“便宜又好用”的卫星，是他们每天都要面对的课题。

北京银河航天方舟实验室里，一张金光闪闪的卫星“翅膀”引人瞩目，展开长度约9米、宽度超过2.5米，厚度却仅约1毫米。这张薄如蝉翼、可折叠的“翅膀”，是卫星的太阳能“发电机”。

“我们研制可堆叠式平板卫星和柔性太阳翼，为的是最大限度节省空间，降低单颗卫星的发射成本。”银河航天首席科学家张世杰介绍，未来可以实现十几颗甚至几十颗卫星层层堆叠起来同时发射，一次性运送更多卫星入轨组网。

银河航天近700名员工中，70%是研发人员，通过敏捷开发、快速迭代模式，他们已攻克数十项核心技术研发难题，包括让脆弱的太阳能电池可靠压紧、让太阳翼打开并实现空间二维旋转等，实现了产品从地面到太空的全流程研制。

“作为一名‘转专业学生’，最初进入商业航天这个领域时，卫星研发之于我就像是一片全新的未知大陆。”1988年出生的张佳，是银河航天卫星信息总体岗团队的一员。这个岗位的职责是把控整星设计状态，对每个分系统的工作进行严格把控，制定总装测试计划，优化自动化测试流程，做好卫星数据管理，保障设计科学、测试高效、数据可靠。在校时张佳就读于电子信息工程专业，在职业生涯的前几年一直与硬件电路打交道。然而，卫星生产制造是一个复杂的系统工程，涉及电子、材料、机械、通信等多个学科领域，工作人员需要在多学科知识交叉的基础上实现知识共享与融合。

最初，张佳被派往热试验现场。面对复杂的温控设备与数据监测系统，白天他记录热循环参数、分析异常波动，晚上还将卫星接口协议、通信链路图逐一打印出来研究，甚至手绘相关细节图。有一次，因为太投入，张佳完全忘记了时间，在试验房外大厅待到了凌晨3点。

“这些资料涵盖了卫星制造的技术细节和在轨运行通信原理，最重要的是包括各种材料细节的成本控制和优化方案。”张佳说，商业航天的卫星制造，低成本是关键因素。只有实现了低成本研制，才能为批量化生产卫星奠定基础。因此必须降低单星成本，这就要求树立低成本攻坚意识，在工作中的每个细节都进行创新性探索。

正是这种“边干边学”的积累，让张佳迅速掌握了卫星制造核心逻辑，深入理解从单机部件到整星系统的通信需求、设计需求、试验数据测试需求等商业航天的特色需求。后来，

降成本，离不开产业链的共同努力。

长期以来，中国传统航天在高轨卫星运转上积累了丰富的技术，地面工业体系愈加完备。但是对于商业航天企业，将工业体系内有基础但还未涉及航天业务的企业嫁接到商业航天供应链体系中来，打造卫星生产低成本、批量化的小型商业闭环，这是一条全新的路。

银河航天供应链总经理罗兴睿表示，在成立之初，银河航天就本着通信载荷、核心单机、卫星平台的自主研发与低成本量产的发展思路，开始探索开拓更加开放的供应链。

“在首发星研制期间，我们组建了包括技术、工艺、质量和法务等人员的一支考核团队，遴选非传统配套单位。”罗兴睿说，当时，团队从汽车配套企业中遴选出三家民营企业，在卫星制造的电装环节，又选取了一家做工业计算机电装的厂家。

为方便沟通交流，在前期探索阶段，银河航天的技术人员与供应链企业工作人员一起办公，投入时间和精力共同打磨产品，以

张佳历经多种卫星型号的磨炼，从参与各类试验和测试到负责卫星电缆网设计，再到负责重要卫星型号的信息总体设计工作，张佳逐渐成长为一名技术全面、经验丰富的工程师。

从“转专业小白”到“全能型选手”，张佳和同事的个人成长和商业航天的迭代一样迅速。

近年来，中国商业航天产业快速发展，技术、资本、人才等资源加速集聚，在火箭发射、卫星制造、应用开发等各方面均取得明显进步。2024年政府工作报告提出“积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎”，今年政府工作报告又提出“推动商业航天、低空经济、深海科技等新兴产业安全健康发展”。

“卫星互联网领域必须加快关键核心技术攻关，加速科技成果转化和产业化。”在银河航天创始人、董事长兼CEO徐鸣看来，随着政策的进一步开放，技术的不断向前发展，卫星应用将与人工智能、数字技术相结合，拓展出更多应用场景，商业航天将迎来新的时代机遇。

看到自己负责的卫星从设计图纸走向发射再到在轨运行的全过程，张佳感觉所有付出都有了意义。经过一次次“实战”，银河航天卫星信息总体岗的响应速度和研发周期大大加快，原来需要用三五年时间研究一颗星，现在用一年甚至更短的时间就可生产完成。

## 建工厂： 像造汽车一样流水线“造星”

传统卫星制造主要是单件研制模式，从方案论证到详细设计、产品投产和交付、卫星AIT（集成总装测试）的研制流程基本为串行实施，需要耗费大量的时间、空间和人力资源。而快速组网大大提高了对卫星产能的要求。为了批量化“造星”，在江苏南通，银河航天建设了一座卫星智慧工厂。

走进银河航天南通卫星智慧工厂，智能物料配送小车来回穿梭，卫星智能产线采用人机协作模式，引入装配机器人、智能测试设备、数字化制造系统等多种先进技术，实现了100至2000公斤级卫星的完整制造闭环，满足年产100颗至150颗中大型卫星的研制能力。

“我们的卫星智慧工厂可适应各类型卫星，实现生产柔性化、总装自动化、测试程序化，就像造汽车一样流水线‘造星’。”在工厂负责人成明的进度表上，每一颗卫星正处于装配、集成、测试的哪个环节，进度一目了然。“现在工厂里，有十几颗卫星在同时作业。有两颗卫星，这两天已经出厂。”

像造汽车一样“流水线造星”，何以实现？

银河航天智造研发负责人张波下

了不少功夫。他告诉记者，虽然目前国内工业体系中智能工厂已经很普遍，但应用在航天领域还是起步阶段。如何将以手工为主的传统卫星装配方式转化为流水线式的生产模式？首先要将传统装配过程的工艺流程“吃透”，然后研究如何对某一道工序进行优化，再将优化后的工序串联起来，形成整星制造高效的工艺路线。这背后都要靠自主创新、不断摸索。

例如，某个卫星型号舱板热控销钉粘贴工作，传统模式是设计师提供图纸，工艺人员编制工艺，然后现场操作人员在舱板上进行划线和粘贴。这种方式耗时耗力，一个舱板要粘贴几十颗销钉，一颗星就要多人花费1天时间。银河航天的制造工程师创新采用三维模型投影的先进技术，将模型轻量化处理后，直接投影到舱板上，操作人员按照投影进行快速粘贴，效率提升90%以上，粘贴位置的准确性也大幅提升。

“再比如精度测量，要测试单机装配是否准确。”张波说，这个环节以前靠人眼去瞄，需要4个测量员再加1个测量指挥，即使是熟练工也要2天时间，而现在他们不到2小时就能完成。为什么？引入自动化设备。更进一步，为了让设备好用，张波又率领团队基于卫星三维模型自主开发算法重构测试软件，提高系统的适配性。

卫星零部件通常尺寸较大、重量较重，面对大部件装备高精度的难题，制造工程师在传统工业机器人基础上优化升级，开发柔顺力控装备系统，实现人机协作和自动装配的有效融合。最终，装配效率提升80%以上，装配时间缩短70%。

就像这样，智慧流水线框架搭起来后，张波和同事们就在每一个环节攻关，用聚合创新提高生产效率。“仅仅是智能工厂的数据分析和数字看板这一块，过去3个月，我们大大小小已经迭代了7—10次。我们的工作方法就是迅速迭代，往下发放，试用后再迭代……”

采访中记者了解到，1994年出生的张波已经是团队里的“老人”，不断有95后、00后加入，他们紧跟前沿科技、广泛涉猎知识并创新应用于实际生产。得益于这群工程师的不懈努力，在这个智能制造工厂里，一颗卫星从单板总装到整星集成，包括各项测试，只需60—90天就能出厂。

来为企业自身发展开辟了新动力。类似地，一些传统工业品制造企业，因为与银河航天合作，“老树开新枝”，公司发展迈上新台阶。在连接器线束产品生产制造过程中，银河航天的技术人员针对生产过程中的关键工艺技术环节，对供应链企业的员工现场进行实训，也帮助对方企业提升了劳动者素质水平。

“在更加开放的供应链生态下，在6年多时间里，银河航天的合作伙伴数量增长了10倍。”徐鸣表示，未来，银河航天将积极发挥领军企业带动作用，继续与产业链上下游合作伙伴携手前行，探索更多合作可能性，进而搭建新型航天生态，持续为中国商业航天发展注入新动能。

图①：图为银河航天研制 SAR 卫星在轨模拟图（四颗）。  
图②：图为银河航天目前在轨8颗星模拟图。

本版图片均由受访者供图

## 记者手记

2025年4月1日，中国在酒泉卫星发射中心使用长征二号丁运载火箭，成功将卫星互联网技术试验卫星发射升空。

看到这则消息时，我无比激动。本次任务中的两颗卫星，由银河航天承担研制，从银河航天南通卫星智慧工厂出厂。一个月前，我去工厂采访时，这两颗卫星还处于生产过程中；目前，它们已顺利进入预定轨道，将开展手机宽带直连卫星、天地网络融合等技术试验验证。采访过程中，我问工作人员让他们有成就感的事情，听得最多的回答就是看到自己参与研制的卫星成功发射。这一次，我有了共鸣。

在我们普遍依赖手机体验智能生活的今天，仍然有一些地面移动通信网络无法覆盖的场景，比如人迹罕至的荒漠、海洋深处、高山丛林、高空空域等……如何实现随时随地的泛在连接，卫星互联网提供了新的可能性。

在北京方舟实验室，我看到柔性太阳翼、Q/V频段天线等，了解其技术特点。在江苏南通卫星智慧工厂，我看到“智慧大脑”+“柔顺灵巧手臂”，让卫星研制周期缩短80%。银河航天成立仅6年多，正是持续不断的自主创新与探索，让卫星的低成本、批量化生产逐步成为现实。

卫星互联网技术创新应用还实现了“走出去”。银河航天在泰国马汉科理工大学建成基于低轨宽带互联网试验星座“小蜘蛛网”的地面试验站，已实现低轨宽带卫星互联网通信网络试验验证，并持续观测毫米波频段卫星信号在当地气象条件下的通信能力。

听上去，这群“造星人”“织网人”的工作很“硬核”：从首次批量研制低轨宽带通信卫星到国内首款使用柔性太阳翼的平板卫星，从可堆叠卫星到“翼阵合一”的“飞越卫星”……言谈间充满抽象的专业名词。同时，正如实验室内的在轨模拟动画展示的，他们给我描述了一个非常具体的画面：太空中，随着批量化生产的卫星不断发射，大量卫星绕地球飞行，全天候提供无缝实时网络覆盖……

宇宙浩瀚，星汉灿烂，有一些“星”因他们而闪亮，更多地方将被卫星网络覆盖，这何尝不是一种别样的浪漫。用卫星网络连接地球每个角落的美好愿景，希望能早日实现。

期待卫星网络覆盖地球每个角落

叶子

## 织生态： 带动传统制造企业“老树开新枝”

便随时修正纠偏，促进产品快速定型。“这种模式在前期非常耗精力，一旦定型后，即可延伸开拓新的供应链，实现模式复制。”罗兴睿说。如今，银河航天的供应链已经从2018年的100余家拓展到1300余家，其中超过一半是民营企业。

在与供应链企业共创过程中，银河航天探索出内部采购技术规范，从设计层面考虑产品的低成本和批量生产的可行性。目前，银河航天已经和供应链企业累计签署了30多份采购技术规范。早期培育出来的供应链合作企业，成为银河航天工序环节上的主供单位。逐渐培养出来的新型供应关系，对银河航天新产品研发、效率提升和产品稳定性方

面都起到了极大的助推作用。

银河航天引入了供应链企业反提合理化建议的工作机制，供应链企业在实操过程中可倒逼设计优化。罗兴睿举例说，有一家供应链企业在落实图纸过程中发现某个环节耗电高、耗时长，随即提出修改工艺设计的建议，他们了解到后，本着降本增效的初衷采纳了这一意见，最终实现生产效率最大化的目标。

另一方面，供应链上的企业通过迁移卫星制造生产加工能力，实现了高附加值产品的研发，开辟了新的业务线，生产加工能力提质升级。

为了满足卫星制造低成本、轻量化的需求，浙江的一家轴承加工企业，在轴承生产过程中应用了新材料，助推工艺提升，反过