

科技视点·勇当高水平科技自立自强排头兵

三十载耕耘，蹚出一条独具特色的卫星导航探索之路

北斗：远在天外，近在身边

本报记者 刘诗瑶

前不久，我国在西昌卫星发射中心成功发射第五十九、六十颗北斗导航卫星。该组卫星是我国北斗三号全球卫星导航系统建成开通后发射的第二组中圆地球轨道卫星，也是北斗三号全球卫星导航系统的最后一次发射。

北斗卫星导航系统(以下简称“北斗系统”)是我国着眼于国家安全和经济社会发展需要，自主建设、独立运行的卫星导航系统。经过多年发展，北斗系统已成为面向全球用户提供全天候、全天时、高精度定位、导航与授时服务的重要新型基础设施。

从北斗一号、北斗二号到北斗三号，从双星定位到全球组网，从覆盖亚太到服务全球，自1994年工程立项，北斗系统已走过波澜壮阔的30年。

30年来，全体北斗人秉承“自主创新、开放融合、万众一心、追求卓越”的新时代北斗精神，践行“中国的北斗、世界的北斗、一流的北斗”发展理念，将北斗系统建设成为一张亮丽的“国家名片”。

“不管遇到什么困难，我都会咬牙坚持到最后”

根据我国卫星导航建设规划，北斗一号覆盖国内区域，北斗二号扩大到亚太区域，北斗三号走向全球。

2020年7月31日，北斗三号全球卫星导航系统正式开通。由我国建成的独立自主、开放兼容的卫星导航系统，从此开启了高质量服务全球、造福人类的崭新篇章。

回顾创新历程，北斗三号能够从区域走向全球，关键的技术难点之一，就是高效实现卫星之间的测量通信。

为此，我国科研人员大胆创新、独辟蹊径，提出星间链路技术。所谓“星间链路”，就是卫星和卫星之间的一条通信线路，是航天器与航天器之间具有数据传输和测距功能的无线链路，基于国内布站条件提供全球运行服务。有了这项技术，即使“看不见”在地球另一面的北斗卫星，通过北斗卫星的星间链路同样能与它们取得联系，这是北斗全球导航系统建设的一大特色。

康成斌深度参与了星间链路的关键技术攻关。这位中国航天科技集团五院通信导航部导航室主任，自2010年参加工作起，就全身心投入北斗系统的研制中。

实现“星连星”“太空架桥”难度极高。康成斌介绍，北斗三号系统中卫星与卫星的距离最远达到7万公里，既要让遥遥相望的两颗卫星仿佛近在咫尺，又要保证7万公里距离之间即使发生厘米级位置变化，都能被第一时间感知和测量，且星座中任意两颗星都要建立起类似联系，“这是一项巨大的技术跨越”。

“几乎从零起步，团队压力很大。”康成斌说，既要充分论证科学原理的正确性，还要开展不计其数的试验验证。

为了加快突破星间链路技术，不耽误卫星研制整体进度，康成斌和团队成员们睡在试验场地，从早到晚、争分夺秒开展星间链路技术测试。

测试出现问题，康成斌带领团队沉着冷静地推导、测算，直至把所有疑点都查出来。“不管遇到什么困难，我都会咬牙坚持到

最后。”这是支撑康成斌挺过难关的信念。令他动容的是，其间，多位白发苍苍的总师院士、技术专家主动来到场地，慷慨相助。

星间链路技术，让北斗系统实现了“一星通，星星通”。从一片空白、奋力追赶，再到和世界领先的全球导航系统并肩而立，一代代科研人员自立自强、自主创新、拼搏超越，蹚出了一条独具特色的卫星导航探索之路。

“踮起脚尖去够一够最好的技术，才能确保先进性”

北斗系统，汇集了全国400多家单位联合攻关，凝聚了30多万名科研人员的汗水和智慧。其中，北斗三号的卫星研制，由中国航天科技集团五院和中国科学院微小卫星创新研究院共同担纲。

北斗三号最后一颗组网星打完后，中国科学院微小卫星创新研究院研究员、北斗三号卫星系统首席总设计师林宝军收到一条短信，短信中说，“这颗星终于成功了，我们完成了别人认为不可能完成的事情”。

谈及创新秘诀，林宝军给出的答案是“理念创新”。

时间回到2015年3月30日，北斗三号全球系统首发试验星成功升空入轨，这是中国科学院抓总研制的第一颗北斗导航卫星。这颗试验星的新技术超过70%，运行良好。

按照惯例，卫星上的新技术比例一般不超过30%。为什么敢从30%变成70%？

林宝军说：“关键技术攻关一般需要10年，卫星的寿命往往在10年以上，到卫星运行终结时，使用的已经是20年前的技术了。因此，理念的先进性和前瞻性就显得很重要，要勇敢突破一些传统观念的条条框框。”在他看来，在有成熟技术保底的基础上，“踮起脚尖去够一够最好的技术，才能确保先进性”。

林宝军将卫星上的结构、热控等10多个分系统合并成电子学、控制、结构、载荷四大功能链，简化了系统结构，提升了整体可靠性。例如，原来每个分系统都需要计算机，一颗卫星上甚至要24台计算机，通过技术创新，现在一台计算机就可以完成整星计算。经过反复筛选验证，团队选用成熟的元器件和工艺路线，确保创新技术落地，使卫星整体技术领先。

这期间，有人质疑：“我们能不能稍微稳当点？”顶住压力，林宝军率领这支平均年龄只有31岁的团队，不舍昼夜，终于研制出了性能优异的卫星。仅在2018年，团队就高密度研制发射了8颗北斗三号中圆地球轨道组网卫星，为北斗三号建成基本系统作出了突出贡献。

据介绍，北斗系统攻克了一大批关键核心技术，突破多种器部件国产化研制，实现北斗三号卫星核心器部件国产化率100%。

“让‘卫星短信’走进千家万户”

庞大精密的北斗系统除了由卫星构成



图①：第五十九、六十颗北斗导航卫星在轨示意图。

中国科学院供图



图②：研制人员正在进行卫星总装工作。

中国航天科技集团五院供图

的空间段，还包括由测控系统、运控系统构成的地面段，以及各类终端及应用系统构成的用户段。

郑晓冬是中国电子科技集团网络通信研究院的一名正高级工程师，从事北斗导航地面系统建设20余年，他率领团队自主研发出了独具中国特色的北斗民用短报文通信平台。

从功能看，其他卫星导航系统仅能无源定位，因而用户只能知道“我在哪”。北斗用户则不同，不但自己知道“我在哪”，还能告诉别人“我在哪”“在干什么”。当遭遇突发地震、海上遇险，在其他通信手段失效的情况下，北斗短报文通信可以成为人们传递求救信息、拯救生命的关键保障。

郑晓冬带领团队相继攻克了微弱信号捕获及跟踪、高精度同步等多项技术难题，取得一系列创新突破，使得北斗三号在全面兼容北斗二号系统短报文通信服务的基础上，信息发送能力提升到一次1000个汉字，极大提升了短报文系统服务能力，为短报文的规模化应用奠定基础。

“让‘卫星短信’走进千家万户。”为此，郑晓冬团队还创造性提出了将北斗短报文置入智能手机的理念。一台手机，如何与太空中的卫星直接建立连接？

“这需要产品在非常小的体积下还要具备大功率发射和高灵敏度接收的能力。”郑晓冬和团队攻克高灵敏度快速捕获、射频基带一体化设计等核心技术，研制出全

球首款低成本低功耗北斗短报文消费终端芯片。

研发历程并非一帆风顺。郑晓冬回忆，有一次团队联合手机厂商搭建手机测试环境，开展实际测试时，调试始终不成功，大家非常焦虑。此时，团队核心成员王晓晓提出了一个想法——对多个城市进行北斗卫星信号测试，通过真实的测试数据分析问题，优化性能。这个思路得到团队认可，大家克服困难，短短一个月内就完成了百余个城市北斗卫星信号测试，依靠这些宝贵的测试数据，制定了整体解决方案，解决了所有问题。

“如今，通过将短报文芯片置入手机，使手机能够在没有地面移动网络情况下具备与外界紧急通信的能力，这样的手机可以广泛应用于遇险报警、应急救援、灾害指挥、海上作业等场景。”郑晓冬说。

北斗远在天外，应用近在身边。目前，全国已有超过2500处水库应用北斗短报文通信服务水文监测，搭载国产北斗高精度定位芯片的共享单车投放已突破1000万辆，支持北斗短报文通信功能的手机已发布。北斗系统正全力赋能各行各业，成为推动经济社会发展的时空基石和重要引擎。

根据中国卫星导航系统管理办公室发布的规划，要在2035年前建成更加泛在、更加融合、更加智能的国家综合定位导航授时体系。瞄准这个目标，北斗人一直在路上。

研规律，坚持不懈推进核心技术攻关，增强自主创新能力，不断刷新探索太空的广度和高度，为服务国家载人航天工程和空间科学发展，服务国计民生多种应用需求，贡献更多航空智慧和航空力量。”房元鹏说。



货运航天飞机飞行模拟图。

中国航空工业集团供图

空天往返、降低成本、可重复使用

货运航天飞机“昊龙”来了！

本报记者 邱超奕

近日，在广东珠海举办的第十五届中国国际航空航天博览会上，中国航空工业集团首次展出“昊龙”货运航天飞机实体模型，吸引不少人关注。此前，据中国载人航天工程办公室消息，“昊龙”货运航天飞机方案，作为中国空间站低成本货物运输系统总体方案征集活动的胜出方案之一，已获得工程飞行验证阶段合同。

该航天飞机取名“昊龙”有何寓意？与天舟货运飞船有什么区别？航天飞机具有哪些特点和优势？中国航空工业集团有关专家进行了解读。

据了解，“昊龙”货运航天飞机，是由中国航空工业集团公司成都飞机设计研究所自主设计研制的一型带翼低成本空间站货物运输飞行器，采用商业运载火箭发射，与我国空间站交会对接，完成货物上下行之后，可以无动力自主返回，水平着陆于指定机场。

“龙是中华民族图腾，‘昊’在《诗经·小雅》中，从日，从天，本义广大无边。”“昊龙”寓意龙腾东方，驰骋九天，行者无疆，福泽四海。”“昊龙”货运航天飞机总设计师房元鹏说。

从飞行器的能力来讲，空天往返、可重复使用是其重要特性。“昊龙”货运航天飞机的定位是为我国空间站提供低成本、可持续、方便快捷的运输服务。该飞行器通过多次重复使用，将大幅度降低全寿命周期使用成本，结合飞行器规模小、任务保障灵活性强的特点，可实现低成本高频率发射。此外，“昊龙”货运航天飞机属于带翼飞行器，独创机翼整体折叠技术，超大的机动能力使其拥有同等条件下更多的返回机会、更宽的再入窗口，可将物资从空间以水平着陆的方式带回机场跑道。随着“昊龙”货运航天飞机研制工作的深入推进，这些技术优势将不断强化我国和平进入空间、利用空间、探索

空间的能力。

房元鹏分析，比较来看，我国的天舟飞船属于大型货物运输飞行器，上行装载货物能力强。“昊龙”货运航天飞机的规模要小一些，可重复使用，具有较强的上下行货物能力。二者特点不同，但都是我国自行设计的货物运输飞行器。未来，在中国空间站高频率的天地往返运输需求牵引下，两型飞行器将相互补充，共同构建起灵活高效、形式多样、成本低廉的空间站货物运输体系。

据介绍，飞行器研制周期包括方案设计、工程研制、货物运输执行等阶段。目前“昊龙”货运航天飞机已经完成了方案设计，正全面开展工程研制，力争早日实现首次空间站货物运输任务。

“在‘昊龙’货运航天飞机的研制基础上，未来我们将研制系列化低成本多种用途的飞行器，秉持‘研制一代、预研一代’的科

创新谈

抢占科技竞争和未来发展制高点，尤其需要加强原创性研究、提升原始创新能力，努力取得更多突破性、引领性、颠覆性科技成果

前不久，2024未来科学大奖颁奖典礼在香港举行，生命科学奖得主、北京大学博雅讲席教授邓宏魁在接受媒体采访时说的一段话令人印象深刻：现在我国的科研条件和科技积累今非昔比，年轻人应该敢于更大一些、眼光更长远一些，勇于做更有挑战难度的原创性研究，多出引领性、颠覆性科技成果。

做更有挑战难度的原创性研究，我国已经具备了良好的条件和基础。从科研条件看，研发经费逐年增加，2023年我国研究与试验发展(R&D)经费投入总量达到33357.1亿元，位居世界第二位；科研仪器更新换代，同步辐射光源、超级计算机、500米单口径球面射电望远镜等大科学装置为科学研究提供了“利器”。从科技积累看，我国已成功进入创新型国家行列，在《全球创新指数报告》中的排名已由2012年的第三十四位上升到2024年的第十一位，为加强原创性研究奠定了较好的基础。

与此同时，我们也要看到，虽然我国科技事业发展取得了长足进步，但原始创新能力还相对薄弱，一些关键核心技术受制于人，顶尖科技人才不足，必须增强紧迫感，进一步加大科技创新力度，抢占科技竞争和未来发展制高点。为此，尤其需要加强原创性研究、提升原始创新能力，努力取得更多突破性、引领性、颠覆性科技成果。

与“短平快”的跟随式研究相比，原创性研究周期长、难度大、风险高，离不开长期的稳定性支持。党的十八大以来，我国高度重视基础研究，研究经费逐年增加，2023年基础研究经费达到2259.1亿元，占R&D比重连续6年超过6%。但与世界科技强国相比，我国的基础研究经费所占比例仍相对不高。未来，应在拓宽经费来源、继续加大支持力度的同时，尽快完善基础研究人才差异化评价和长周期支持机制，赋予科技领军人才更大的人财物支配权和技术路线选择权，构建符合基础研究规律和人才成长规律的评价体系，鼓励广大科研人员解放思想、大胆创新、潜心研究。

创新是人类进步的源泉，青年是创新的重要生力军。富有创新活力、创造潜力的青年科技人才不仅是当下科技创新的生力军，更是未来科技创新的决定性力量。要造就规模宏大的青年科技人才队伍，把培育国家战略人才力量的政策重心放在青年科技人才上，支持青年人才挑大梁、当主角。一方面，要准确把握青年科技人才的成长特点和发展需求，为他们搭建干事创业的平台，全面提升青年科技人才挑起参与“建设科技强国”重任的能力；另一方面，要为青年科技人才成长营造诚实守信、追求真理、崇尚创新、鼓励探索、勇攀高峰的良好氛围，助推青年科技人才勇闯“无人区”、不断拓展人类的认知边界。

中国式现代化要靠科技现代化作支撑，实现高质量发展要靠科技创新培育新动能。树立敢于创造的雄心壮志，敢于提出新理论、开辟新领域、探索新路径，在独创独有上下功夫，广大科技工作者一定能在原创性研究上大有作为，创造出更多引领性、颠覆性科技成果。

新闻速递

《国际科技创新中心指数2024》报告发布

本报电 《国际科技创新中心指数2024》报告近日在北京发布。报告显示，评估排名前10的城市(都商圈)中，中国占3席，依次为北京、粤港澳大湾区和上海。据介绍，该报告已连续5年面向全球发布。国际科技创新中心指数通过科学中心、创新高地和创新生态3个维度的30个指标，呈现全球城市创新动态和创新格局趋势，为创新发展布局提供参考。报告由清华大学产业发展与环境治理研究中心与中科院研智团队联合编制。(刘诗瑶)

“科学与中国”院士专家巡讲活动在港举办

本报电 近日，中国科学院联合香港中联办举办2024“科学与中国”院士专家巡讲团走进香港“科创大讲堂”活动。15位院士专家走进46所香港大中小学，围绕人工智能、航天探月、地球探索、生物化学等主题开展科普报告和座谈交流。活动期间，院士专家还参加了第二届“未来香江”国际科创教育论坛，与全球人工智能和科学教育专家围绕“智慧未来—AI 创新与科学教育”进行了深入探讨和交流，为推动香港科创教育高质量发展建言献策。(吴月辉)

海光信息获世界互联网大会杰出贡献奖

本报电 日前，2024世界互联网大会乌镇峰会评选出“世界互联网大会杰出贡献奖”，其中，海光信息获“成长潜力类”企业奖。作为国内高端处理器研发企业，海光信息近年来通过持续性创新和高强度研发投入，推动实现国产高端芯片的突破。目前，海光信息自主研发的高端处理器及协处理器，已应用于人工智能、互联网、电信、金融等多个领域。(喻思南)

本版责编：喻思南

勇于做更有挑战难度的原创性研究

赵永新

创新故事