

首位载荷专家在“天宫”究竟干些啥

K 热点透视

太空实验项目的选取，主要是围绕国内外前沿方向和重大需求开展科学项目论证、遴选。如在空间生命科学领域，科学家面向空间生命孕育、合成生物制造与制药、复杂生态系统等方向，规划相应研究主题和实验项目群，进行太空实验。

吕从民，空间应用系统副总设计师、中国科学院空间应用工程与技术中心研究员

5月30日，神舟十六号载人飞船在酒泉卫星发射中心成功发射，此次神舟十六号航天员乘组首次包含“航天驾驶员、航天飞行工程师、载荷专家”3种航天员类型，也是我国航天飞行工程师和载荷专家的首次太空飞行。同时，跟随神舟十六号载人飞船一同飞天的，还有5项生命科学实验项目的实验物资。这些实验物资重约23.6千克，体积约95升，其中包括了6个定制货包。

为什么要开展生命科学实验？空间应用系统副总设计师、中国科学院空间应用工程与技术中心研究员吕从民解释：“生命是最复杂的物质存在形式之一，在空间特有的微重力、宇宙辐射和磁场变化条件下，研究人和多种生物响应，是深入探究生命现象本质的重要途径，也是人类实现长期太空探索活动的基础。”

线虫、拟南芥成为太空“常客”

继神舟十五号载人飞行任务启动空间站三舱科学实验柜后，随着神十六乘组的到来，实验舱将再次迎来线虫实验。在“空间辐射暴露引起线虫发育过程DNA损伤修复及细胞凋亡影响研究”实验项目中，一个装载着4种线虫的线虫芯片实验盒被带上太空。

科研人员将利用全自动微流控系统对线

虫个体的在轨发育和损伤效应进行观测，分析长期辐射暴露对DNA损伤修复及细胞凋亡的影响，该实验有望为揭示长期在轨生物个体对空间辐射损伤机制作出贡献。

在“空间辐射损伤评估科学与关键技术”实验项目中，线虫也是“主角”。吕从民介绍，该实验的主要科学目标是挖掘空间辐射损伤评估和风险预警的生物标志物，分析空间辐射损伤的品质因子，构建空间辐射损伤评估模型，为开发具有自主知识产权的空间辐射健康风险评估体系提供重要技术支撑。

同时，在“微重力环境对细胞间相互作用和细胞生长影响的生物力学研究”实验项目中，6个生物力学样品单元被上行至空间站，其中2个装载肝细胞，4个装载肝细胞内皮细胞。该实验旨在认识肝组织细胞在微重力下的生物力学特征和力学—生物学耦合过程，以及重力变化对细胞生命活动的作用规律；发展基于生物力学的空间细胞—组织动态培养新实验技术。”吕从民说。

生物实验的“常驻嘉宾”、科学家最喜欢的模式植物——拟南芥也随着神舟十六号再度飞上太空。科研人员将利用野生型、3种突变体和转基因拟南芥，开展空间微重力环境调控植物细胞结构和功能的分子网络研究，揭示植物感受微重力环境的信号转导机制及其调控网络。

此外，还有包含8个核酸实验单元的“蛋白与核酸共起源及密码子起源的分子进化研究”实验项目，也随神舟十六号飞上太空。该实验将在国际上首次将氨基酸、核苷酸与磷结合，探索密码子起源；考察重力效应对密码子起源的影响；考察重力效应对生命进化的关系；为生命的化学起源理论体系寻找地外生命宜居星球提供重要的科学依据。

吕从民说，空间科学与应用项目涉及的领域比较多，有效载荷的特点也各不相同，神十六乘组的载荷专家深度参与这些



为中国空间站梦天实验舱配置的多个科学实验柜。 ■ 中国载人航天工程办公室供图

在轨实验，可以大大提高在轨科学实验效率，简化科学实验装置设计，充分发挥人的自主判断、决策、处理能力。

实验围绕热点方向和重大需求

那么，与神舟十五号上行的太空实验相比，神舟十六号上行的太空实验有什么特点？

“神舟十五号和神舟十六号上行的太空实验项目均以生命科学实验为主，都是利用空间微重力、辐射条件开展实验。每次飞行任务科学项目的安排主要根据飞船的上行资源条件、下行资源以及科学项目就绪状态进行总体规划。”吕从民解释道。

同时，吕从民强调，空间生命科学实验项目多数需要进行发射场样品制备、加载、集成，并进行待发段临时安装，目的是保持生物样品的活性、尽量减少地面重力条件对实验结果的影响。

为什么要在太空开展科学实验？在太空开展哪些实验，又是由什么因素决定的？“实验项目的选取，主要是围绕国内外前沿

热点方向和重大需求开展科学项目论证、遴选。”吕从民说，比如在空间生命科学领域，科学家面向空间生命孕育、合成生物制造与制药、复杂生态系统等国际前沿和人民健康需求，规划相应研究主题和实验项目群，进行太空实验。

在微重力物理科学领域，面向活性物质、重要应用新材料制备、复杂等离子体、超临界燃烧等前沿领域和国家重大需求，空间应用系统规划了包括流体物理与热物理、燃烧科学、材料科学、基础物理等重点研究方向。

在空间天文与地球科学领域，瞄准暗物质、宇宙线起源、太阳系行星起源演化等国际公认的重大科学问题，空间应用系统将规划开展长期空间观测与科学数据处理。

此外，空间应用系统还瞄准新型原材料、关键元器件自主可控、在轨制造与建造等支撑未来空间任务实施的关键技术，在空间应用新技术研究领域规划研究主题。

陆成宽

相关链接

我国空间站工程航天技术试验是空间站应用任务的一个重要领域，作为该领域的抓总研制单位，航天科技集团五院为空间站梦天实验舱配置了航天基础试验机柜，它将有力推动我国航天新技术试验取得新成果。

据航天科技集团五院专家介绍，航天基础试验机柜在轨至今，已成功开展在轨功能测试和部分载荷在轨试验，目前产品状态良好。

航天基础试验机柜结构机构子系统为

“梦天”里的“百宝柜”

平台设备提供了紧凑的布局空间，试验载荷不同，对在轨试验空间的要求必然多样化。兼顾用户需求和模块化设计是解决多样化需求和载荷接口标准化的最佳方式。结构机构子系统能够提供13个种类的试验空间，可以根据用户需求，以最小的1型载荷单元为基础，适应多型规格的载荷单元以不同形式组合安装，在轨实现载荷单元的自由匹配，最大化满足试验需求。

机柜作为一个试验平台，为各个试验载荷提供了标准的机、电、热、信息等保障条件。载荷试验会产生热量，这就需要热控

子系统对载荷环境温度进行管理。热控子系统通过多种手段为各个载荷提供了全方位服务。如果将航天基础试验机柜比喻成一栋大楼，热控子系统就是这栋楼的“环境管家”，包括通风子系统、液冷子系统和抽真空子系统三部分。

信息管理子系统是整柜的信息控制中枢，通过它搭建的“神经系统”，控制着机柜和试验载荷在轨的正常运转。信息管理子系统所使用的光纤通信链路是机柜和外部空间应用系统的唯一数据传输通道，可谓实现机柜本体对外通信的“第一道大门”，

承担着柜内载荷数据交换与打包、上行指令数据的处理和分发等重任。试验载荷在轨获取的宝贵试验数据，都是通过它来“联通天地”。

信息管理子系统还配置了综合管理设备，不仅用于实现柜内4路载荷的配电和柜内热控产品的配电与控制功能，还肩负采集各载荷实时遥测并下传、转发载荷指令的重任。

同时，信息管理子系统配置的无线收发设备，可用于支持无线终端的快速接入，保障舱内高速无线网络的覆盖。针对大容量载荷数据的在轨存储，设计简便易懂的文件存储架构为载荷数据的存储与回放提供了可靠技术支撑。

采油平台在海上精准“倒车入库”

K 科学观察

浮托安装是利用海上潮汐的自然力和船舶精确调载相结合的方式进行安装，类似于举重运动员“挺举”。以恩平20-4平台安装为例，该方式可将平台运输速度提高1倍，海上安装作业所需的气候窗口可由48小时缩短为24小时，作业效率大大提高。

海上油田建设离不开钻采平台，但钻采平台的安装并非易事，其单层甲板面积相当于多个篮球场，重达上万吨。安装这个庞然大物就像在波涛汹涌的海面上进行“倒车入库”。

目前，在广东珠江口盆地水深近百米的海域，天津港保税区企业海洋石油工程股份有限公司（以下简称海油工程）运用我国自主创新设计的动力定位浮托技术，成功完成恩平20-4钻采平台的建设，创造了国内海上油气平台动力定位浮托安装重量的新纪录，同时也填补了我国这项技术的空白，这对于保障国家安全、建设海洋强国具有重要意义。

动力定位浮托安装如在海上“倒车入库”

恩平20-4钻采平台是中国海油恩平15-1油田群产量最高的平台，由我国自主设计、建造及安装，可实现钻修井、智能采油、油气水综合处理以及伴生气回收利用等多项功能。

平台由上部组块和导管架两部分组成，其中导管架高度104米、重量近1.2万吨。

为了让导管架固定在百米深的海底，海油工程项目团队将12根长度近145米、直径2.4米的钢桩打入120米深的海床之下，确保这个合体后总重超过2.7万吨的钢铁巨人能够在超强台风下稳如泰山。

底座稳固了，但项目团队迎来了更大

的挑战。

“通常来说，上部组块会采用海上浮吊的技术来进行安装。但恩平20-4的上部组块单层甲板实在太大了，面积相当于9个篮球场，重达15463吨。”海油工程恩平油田群开发工程总包项目经理盛向明介绍说，“这个重量超过国内海上浮吊的能力极限，因此我们选定采用动力浮托技术进行海上安装。”

“浮托安装是利用海上潮汐的自然力和船舶精确调载相结合的方式进行安装，类似于举重运动员‘挺举’。”盛向明解释，以恩平20-4平台安装为例，该方式可将平台运输速度提高1倍，海上安装作业所需的气候窗口可由48小时缩短为24小时，作业效率大大提高。

方法有了，但是把如此庞然大物“挺举”上去难度不小。而且之前我国从未自主实施过动力浮托技术工程，从方案设计、计算分析到施工等都由外国公司负责。

“动力定位浮托安装过程相当于开着一辆长度超过220米、宽度40多米、装载10000辆小汽车的超级卡车，在波涛汹涌的海面上进行‘倒车入库’，两侧间隙仅为10厘米，组块插尖与导管对接精度要求达到毫米级。”盛向明说，这对设计计算精准性、动力定位系统可靠性、操作人员技术水平等均提出极大挑战。

自主创新技术确保安装万无一失

为了实现动力定位浮托安装，项目团队对该技术进行了攻关，突破了大型平台动力定位浮托精确定位设计分析、三维仿真模拟、精准定位操作等多项关键核心技术。

首先，精确定位分析是对浮托项目从装船开始就进行装船、运输、浮托过程的计算分析，根据计算结果进行安装设计。

“早期精确定位分析都是请国外公司来完成的，收费高昂，而且不会给我们提供原始数据。”海油工程浮托技术专家秦立成说，

由于作业过程的非平稳、力学特征的非线性、多体系统强耦合等特点，多体耦合时域分析技术是精确定位分析中的难点。

为此，项目团队的计算工程师依托工程项目进行技术攻关，通过反复试算，结合试验，一点点推敲出关键数据。特别是项目刚刚开始的时候，计算工程师为了确定核心参数，经常通宵计算和进行数据比对。最终项目团队开发了动力定位静力评估和时域分析软件，并且在项目中成功应用。

有了设计方案，为了确保万无一失，还需要三维仿真模拟让施工人员提前按照施工方案来演练，提前发现问题和风险，在项目上规避这些问题。

最终团队开发了动力定位浮托模拟系统，解决了动力定位算法、水动力算法、多体耦合算法，为三维仿真模拟提供了技术支持。

有了“线上”模拟演练，还需“线下”实操检验。对此，项目团队组织了多次技术交底及作业风险分析，持续细化施工计划，开展浮托过程仿真模拟和水池实验，提前对锚系布设、进船、对齐、载荷转移等工序进行预演，并针对锚失效进行应急演练。

为了确保“倒车入库”能够准确进入规定的位置，还需“精确定位操作”。施工之前，项目团队大量开展虚拟模型培训，并在施工海域对关键操作进行现场预演，持续提高动力定位操作水平。

“船舶设置‘一用一备’两套独立的定位系统，为浮托提供稳定、精确的‘倒车防撞雷达’，且专门设计新型护舷系统和柱腿耦合缓冲装置，以防碰撞造成损坏，确保施工过程万无一失。”秦立成说。

无惧海上风浪精准完成平台对接

尽管已经做了万全的准备，但在大自然面前人类还是显得如此渺小。

恩平20-4平台进行浮托前夕，施工

海域下起大雨，晚上风力达到六级，最大浪高4米，现场施工作业一度面临取消。

为了确保精准“入库”，主作业船距离槽口30米之后，需要由“自动挡”调整为“手动挡”。由经验丰富的动力定位操作师精准控制船舶进行“倒车”，每5米就要停船一次进行校准，到达10米以内时，每1米就要停船校准一次。

完成“倒车入库”还仅仅是施工作业的第一步，作业船进入导管架槽口后，上部组块的8个插尖要对齐导管架的8个对接装置，高度误差不超过5个指甲厚度，中心水平偏差不超过3个玉米粒总长，难度堪比宇宙飞船和空间站对接。相比空间站在几乎不受外力影响情况下进行对接，海上浮托还要克服海上风、浪、涌等一系列不利因素。”本次动力定位浮托主作业船海洋石油278号船长刘雪峰说。

施工过程中，项目团队对风浪及船舶运动进行实时监测，抢抓时间窗口，精准操控，仅用7小时就高效完成施工作业，最大水平高度误差仅5毫米，精度控制达到国际先进水平，为后续项目投产节省宝贵时间。

海油工程安装分公司副总经理贺辰表示，在本次作业中，我国首次使用自有船舶、自有人员独立自主完成全流程关键作业，成功掌握大型平台动力定位浮托方案编制、设计计算、仿真模拟、动力定位系统操作、海上安装和监测等全套核心技术，填补了我国动力定位浮托自主设计安装技术空白。

目前，海油工程建成了以亚洲最大浮托驳船“海洋石油229”、5万吨级动力定位半潜工程船“海洋石油278”等为代表的系列关键装备，攻克浮托安装多体耦合控制算法、数值模拟软件开发、关键数据精确定位报等多项技术难题，实现了浮托柱腿耦合缓冲器等核心部件的国产化，实现了高位浮托、低位浮托、动力定位浮托等全气候、全序列、全海域主流浮托施工关键技术的自主化，掌握了浮托技术种类、作业难度和技术复杂性等位居世界前列，并进行了浮托前沿技术的研究开发，具备了在全球恶劣海况海域进行浮托作业的能力。陈曦

K 创新杂谈

“老人家，你还好吧？家里有啥异常情况没得？”

“没得啥子。因为屋头有人，我就一直把门开着。”

前不久，重庆南岸区智慧养老服务工作人员在线上巡检时发现，一户老人家的门磁感应出现异常，遂第一时间与老人取得联系。

这个生活片段，充分体现了智慧养老服务的优势。我国老年人大多选择居家养老，但许多老年人的子女不在身边，生活中面临意外跌倒、突发疾病等安全风险。一些数字化、智能化设备，可以在解决这类问题方面派上大用场。比如，戴上智能手表、手环，可以实时监测心率、血压等健康数据；在厨房装上烟雾报警器、煤气泄漏报警器和防溢水报警器，如有意外可第一时间自动报警；安装智能门磁，如果房门超过一定时间未关闭，子女能及时收到提醒……智慧养老服务具有实时、快捷、高效等特点，能有效弥补养老服务缺口，让老年人更舒心、子女更放心。

近年来，我国智慧养老服务产业市场规模快速扩大，业态不断创新，为提升老年人生活品质打开了许多新的空间，但仍存在产品供给不足、数字化服务水平有待提高等问题。从各地实际来看，智慧养老服务在养老院等场景有不少有益探索，但在居家场景仍相对少见。因此，还要研发更多价廉质优、适合居家场景的可穿戴、便携式设备，进一步提升智慧养老服务普及度。同时，要聚焦老年人“触网”的痛点难点，有针对性地进行家居智能化、适老化改造，让更多老年人尽早享受到智慧养老服务。

社区是提供基本公共服务的关键载体，加快推进智慧养老服务体系建设，要把更多资源、服务、管理放到社区，扩大智慧养老服务覆盖范围。依托社区，可以让更多智慧养老服务落地。比如，如果老年人想休闲，可以通过相关服务系统告知他们当天的电视节目、社区开展的活动等内容；老年人在社区食堂就餐，可提供就餐刷卡、刷脸支付等服务，自动完成就餐结算及补贴减免。在发展居家智慧养老服务的同时，通过社区提供可以集中实现的公共服务，能够实现效益最大化。

据国家统计局公布的最新数据，我国60岁及以上人口已达2.8亿人。据测算，“十四五”期间我国人口将进入中度老龄化阶段。这是机遇，也是挑战。智慧养老行业有巨大的社会需求，但必须同步提升产品用户体验和场景覆盖率，更好满足老年人多层次、个性化养老需求。还要清醒地看到，当前，智能技术只是辅助人工而非完全替代。将数字应用和人工服务、线上监测和线下响应有机结合，让智慧养老兼具数字精度与人文温度，才能不断增强老年人的获得感、幸福感和安全感。

推进智慧养老，是构筑美好数字生活的题中应有之义，也是积极应对人口老龄化的重要方面。顺应这一社会发展趋势，迭代升级相关应用场景，帮助老年人跨过“数字鸿沟”，持续提升养老服务水平，定能为老年人生活插上科技的翅膀，让技术进步的红利真正变成老年人的福祉。

以智能技术赋能养老服务

周珊珊

大力推进“东数西算”工程

与会专家普遍认为，算力就像农耕文明时代的水力、工业文明时代的电力一样，是数字经济时代的关键生产力。正在贵阳举办的2023中国国际大数据产业博览会上，“东数西算”成为关注焦点。与会专家深入探讨了“东数西算”对经济社会发展产生的深远影响、当下面临的挑战及未来的发展前景。

清华大学国情研究院院长胡鞍钢认为，长期以来，交通、能源等传统基础设施建设对于推动西部地区经济发展起到重要作用。在数字时代，以“东数西算”为代表的新型基础设施，有望继续缩小东西部发展差距，实现东西部互利共赢的新格局。

国家互联网信息办公室发布的《数字中国发展报告(2022年)》指出，“东数西算”工程从系统布局进入全面建设阶段。2022年，8个国家算力枢纽建设进入深化实施阶段，新开工数据中心项目超60个，新建数据中心规模超130万标准机架。西部数据中心占比稳步提高，推动全国算力结构不断优化。

与会专家认为，尽管“东数西算”工程有力地推动了大型数据中心向可再生能源丰富、气候地质等条件适宜的区域布局，极大缓解了东西部数据算力供给失衡问题，但其实际应用效果仍然受到技术、调度、运营、安全等多重因素影响。

与会专家普遍认为，算力就像农耕文明时代的水力、工业文明时代的电力一样，是数字经济时代的关键生产力。算力已经成为我国经济社会发展的核心生产力，也成为大国博弈的核心竞争力。

国际数据公司IDC、浪潮信息、清华大学全球产业研究院联合发布的《2021—2022全球计算力指数评估报告》显示，国家计算力指数与GDP走势呈现显著正相关，计算力指数平均每提高1点，国家的数字经济和GDP将分别增长3.5%和1.8%。