

未来产业面面观 ⑤

大国重器 探秘未来空间

本报记者 李贞

未来空间蕴含着无限可能。探索未来空间，主要将聚焦空天、深海、深地等领域，研制载人航天、探月探火、卫星导航、临空无人系统、先进高效航空器等高端装备，加快深海潜水器、深海作业装备、深海搜救探测设备、深海智能无人平台等研制及创新应用，推动深地资源

探采、城市地下空间开发利用、极地探测与作业等领域装备研制。

近年来，中国在探索空天、深海、深地等领域取得诸多新成果，一件件大国重器上天入海，为发展未来空间奠定了基础。

奔向太空

近期，中国航天事业捷报频传。

5月3日，嫦娥六号探测器由长征五号遥八运载火箭在中国文昌航天发射场发射，之后准确进入地月转移轨道，发射任务取得圆满成功。嫦娥六号探测器开启世界首次月球背面采样返回之旅，预选着陆和采样区为月球背面南极-艾特肯盆地。此次嫦娥六号任务发射至采样返回全过程约53天。

4月25日，搭载神舟十八号载人飞船的长征二号F遥十八运载火箭在酒泉卫星发射中心点火发射。航天员叶光富、李聪、李广苏乘坐载人飞船奔赴太空。这是中国载人航天工程进入空间站应用与发展阶段的第3次载人飞行任务，是工程立项实施以来的第32次发射任务，也是长征系列运载火箭的第518次飞行。

遥望茫茫宇宙，从1970年第一颗人造卫星成功发射，到建设成自己的“太空家园”，几十年间，中国航天攻克一个个技术难关，开启一次次光辉航程。如今，中国在载人航天、探月探火等领域勇攀科技高峰，加速从航天大国迈向航天强国。

以中国目前唯一一型可以执行载人任务的长征二号F运载火箭为例，其安全性评估值达0.99996，至今保持着100%的发射成功率。此次神舟十八号发射任务，是长征二号F火箭第13次执行载人发射任务。相较上一次任务，火箭完成了30余项技术改进，进一步提高了安全性和可靠性。

由于该火箭承担载人发射任务，对安全性、可靠性要求极高，因此它拥有其他火箭所没有的故障检测系统和逃逸救生系统，时刻保障航天员安全。据中国航天科技集团相关负责人介绍，团队一直在不断优化火箭发射流程，启用了多项数字化、智能化、前后方联动数据判决技术，使得整个发射流程的可靠性更高。

航天器发射场同样坚持创新，开展“数智化建设”，通过布设传感系统，实时获取地面设施设备状态信息，实现了加注、发射时段的全时信息采集、全要素态势显示。

在探月方面，据中国载人航天工程办公室副主任林西强介绍，2030年前将实现中国人登陆月球是载人月球探测工程登月阶段任务目标。

“相比空间站任务，登月任务中，航天员需要训练掌握神舟飞船和揽月着陆器正常以及应急飞行情况下的操作，月面出、进舱，1/6重力条件下负重行走，月球车远距离驾驶，月面钻探、采样和科学考察等技能。”林西强表示，目前，各系统正按计划开展研制建设。长征十号运载火箭、梦舟载人飞船、揽月月面着陆器、登月服等主要飞行产品均已完成方案研制工作，正在全面开展初样产品生产和各项试验。

中国航天技术的发展，还辐射带动了诸多相关产业技术进步。据统计，当前已有4000余项空间应用成果进入生物、医疗等行业。通信、导航、遥感等商业航天服务领域日益广泛，相关行业快速增长。

特别是在中国空间站长期开展有人参与、大规模的空间科学实验和技术试验，促进了空间科学、空间技术和空间应用全面发展。截至目前，中国空间站已在轨实施了130多项科学研究与应用项目，利用神舟十二号至神舟十六号载人飞行任务下行了5批300多份科学实验样品，先后有国内外500余家科研院所参与研究，在空间生命科学、航天医学、空间材料科学、微重力流体物理等方向已取得重要成果，在国际一流期刊发表论文280余篇。

林西强介绍，此次，神舟十八号航天员乘组将利用舱内科学实验机柜和舱外载荷，在微重力基础物理、空间材料科学、空间生命科学、航天医学、航天技术等领域，开展90余项



图①：图为“深海一号”二期项目所用深水水下中心管汇入水瞬间。
中国海油供图

图②：图为中国石化福深热1井。
张乔勋摄

图③：5月3日，嫦娥六号探测器由长征五号遥八运载火箭在中国文昌航天发射场发射，之后准确进入地月转移轨道，发射任务取得圆满成功。
国家航天局供图（新华社发）

图④：4月26日在轨执行任务的神舟十七号航天员乘组顺利打开“家门”，欢迎远道而来的神舟十八号航天员乘组入驻“天宫”。
新华社记者 金良快摄



试(实)验。“比如，本次神舟十八号将上行实验装置及相关样品，将实施国内首次在轨水生生态研究项目，以斑马鱼和金鱼藻为研究对象，在轨建立稳定运行的空间自循环水生生态系统，实现我国在太空培养脊椎动物的突破。还将实施国际上首次植物茎尖干细胞功能在轨研究，揭示植物进化对重力的适应机制，为后续定向设计适应太空环境的作物提供理论支撑。”林西强说。

潜入深海

海洋空间广袤辽阔，资源丰富多样。近年来，中国在深海探索方面实现一系列新进展。潜水器持续探秘万米深海。中国船舶科学研究中心研究员叶聪介绍，中国自主设计和研制的“蛟

龙”号、“深海勇士”号、“奋斗者”号三台潜水器累计下潜超过1100次，近3年全球一半以上的载人深潜任务由它们完成。特别是中国首艘万米级载人潜水器“奋斗者”号，4年来，已累计完成230次下潜，其中深度超过万米的有25次，让32人到达了万米的海底开展作业，持续刷新万米下潜人次的纪录。大洋钻探领域迎来新突破。去年底，中国自主设计建造的首

艘大洋钻探船“梦想”号试航成功，近日已进入调试和内装阶段，预计今年内全面建成。据悉，“梦想”号总吨约3.3万，总长179.8米、型宽32.8米，续航力1.5万海里，稳性和结构强度按16级台风海况安全要求设计，具备全球海域无限航区作业能力和海域1.1万米的钻探能力。大洋钻探是深海探测领域难度最高、挑战最大、最为关键的核心能

力。“钻探的目的是钻获地球内部的岩心，并获取其中蕴含的地质信息，进而解开地球深部的奥秘。”中国地质调查局“梦想”号指挥部主要负责人周昶介绍，在技术创新和设备集成的支撑下，“梦想”号将致力于实现钻透地壳、进入地幔层的目标。

“梦想”号不仅在钻探设计深度上是世界之最，还建有全球面积最大、功能最全的船载实验室。

船载实验室总面积超过3000平方米，包括基础地质、古地磁、无机地球化学、有机地球化学、微生物、海洋科学、天然气水合物、地球物理、钻探技术等9大功能实验室，并装配各种精密实验仪器超过150台(套)。

目前，与“梦想”号配套的钻探保障船、全球最大的海洋地质岩心库、中国首座深水科考码头等均已建成，将为“梦想”号运营提供强大岸基支持。

深海资源开发取得卓越成绩。

5月初，中国海洋石油集团有限公司宣布，中国首个自营超深水大气田“深海一号”保持高产稳产运行状态，累计产天然气超80亿立方米，生产凝析油超80万立方米。

“深海一号”距海南省三亚市150公里，天然气探明地质储量超千亿立方米，最大作业水深超过1500米，最大井深达4000米以上。据中国海油海南分公司相关负责人介绍，“深海一号”大气田自2021年6月正式投产，一直保持稳定供气状态，持续向粤港澳大湾区和海南自贸港同时供气。目前，“深海一号”二期工程正加紧建设。作为核心生产装置，全球首座10万吨级深水半潜式生产储油平台“深海一号”能源站将根据二期工程建设需求开展升级改造。新项目投产后，“深海一号”气田整体高峰年产量有望由30亿立方米提升至45亿立方米。

钻探深地

除了空天和深海，在深地探测方面，最新成果也在不断涌现。

地热能是一种稳定可靠、绿色低碳的可再生能源。其中，深层地热能来自地底3000米以下的高温岩体干热岩，具有广阔的开发应用前景。

4月初，中国首口超5000米深层地热能科学探井——福深热1井成功钻探至5200米，刷新了中国地热能科学探井的最深纪录，并在多个地层获得地热资源，标志着华南地区深层地热能勘探取得重大突破。

位于海南省海口市的福深热1井，采用了“双驱钻井+高压喷射”等多项自主创新技术，在3900米附近钻获温度达150摄氏度的地热资源储层，在5123米深度钻获温度达188.71摄氏度的地热储层。业内专家指出，未来，依托福深热1井可建成中国华南地区首个深层地热能产学研一体化现场试验研究平台和开发利用示范平台。

深地油气资源勘探开发的成绩同样亮眼。

3月初，在新疆塔里木油田，中国石油深地塔科1井钻探深度突破1万米大关，刷新亚洲最深直井纪录。

塔里木盆地是中国最大的含油气盆地，盆地埋深超过6000米的石油和天然气资源分别占全国的83.2%和63.9%，是中国最大的深地油气富集区。当前，超深层已成为中国油气资源增储上产的主阵地，向地球深部挺进是保障能源安全的重大战略任务。

近年来，中国已多次刷新深地开发纪录。2023年，塔里木油田完钻井深超8000米的井就超过70口，约90%的新增储量从超深层获取，开采出的超深层油气达1957万吨。

经过270多天奋战，钻头连续钻穿十余个地层，达到万米深度。目前，深地塔科1井仍在向着1.1万米目标深度全速钻进。

深地塔科1井抵达目的层过程中，面临超深、超高温、超高压等多重挑战。“这口井从地表钻到8000米深度用了近5个月，而从8000米到万米，用了4个多月的时间。”中国石油塔里木油田企业首席专家王春生介绍，深地塔科1井的钻头钻至万米后，地层温度超过200℃，地层压力超过130兆帕。每深入地下一米，钻探难度都会成倍增加。

为此，深地塔科1井应用了200余件国内顶尖装备和技术。塔里木油田、西部钻探、宝石机械等多家单位联合攻关，攻克了超高压大载荷提升系统关键技术难题，自主研制了全球首台1.2万米特深井自动化钻机，创新研发了220℃超高温钻井液、抗高温螺杆工艺技术，万米取芯及电缆等资料录取装备实现突破，打造形成万米深井安全高效钻完井等一批关键技术。

除了寻找油气资源之外，深地塔科1井作为一座科学探索井，还肩负着探索地球演化和气候变迁等重任。随后，万米物理测井、万米取芯等一系列科探工作也将陆续展开。