

这一年，我们不断提升创新实力

◎本报记者 陈曦

2024年，中国科技界捷报频传，大国重器亮点纷呈，科技成果竞相涌现。从全球最大26兆瓦级海上风力发电机组下线，到自主研发的300兆瓦级F级重型燃气轮机顺利点火；从我国首颗可重复使用返回式技术试验卫星成功回收，到全球首例介入式脑机接口传感器血管内取出试验获得成功……一项项科技成果，不仅标注着科技发展的中国高度，也为全球科技发展注入强劲动力。

“本源悟空”量子计算机上线运行 搭载我国首个量子计算机操作系统

1月6日，我国第三代自主超导量子计算机——“本源悟空”上线运行。“本源悟空”搭载72位自主超导量子芯片“悟空芯”，共有198个量子比特，其中包含72个工作量子比特和126个耦合器量子比特。这是目前我国最先进的可编程、可交付超导量子计算机。

“本源悟空”还搭载了我国首个量子计算机操作系统——本源司南3.0版本。这一系统在国内首次实现了对量子计算任务批处理的支持，不仅支持量子超协同计算，还可高效调度量子计算资源，大幅提升量子计算机整机运行效率。

4月10日，“本源悟空”成功装备国内首个PQC(后量子密码)“抗量子攻击盾”。从算力提升到“攻守兼备”，我国量子计算机制造链更加完备。

10月25日，我国科学家在“本源悟空”上，成功完成了全球最大规模的量子计算流体动力学仿真，标志着国产量子算力在解决实际问题方面取得重要进展。相关成果发表在国际期刊《应用力学与工程研究的计算机方法》上。中国科学院量子信息重点实验室副主任、“本源悟空”科研团队主要负责人郭国平表示：“此次研究不仅证明我国自主超导量子计算机具备开展大规模、高精度流体动力学研究的能力，也为我们探索更多复杂科学问题提供了新工具和新方法。”

目前，“本源悟空”已与多个国家级超算中心以及金融、通信、电力、航空、航天等部门和单位展开合作。

空间环境地面模拟装置验收 模拟九大类空间环境因素

北国冰城，一座“地面空间站”拔地而起。2月27日，由哈尔滨工业大学、中国航天科技集团联合建设的空间环境地面模拟装置在哈尔滨通过验收。这是我国航天领域首个国家重大科技基础设施。

空间环境地面模拟装置被称为“地面空间站”，是“十二五”时期开始建设的国家重大科技基础设施之一。它可以模拟真空、高低温、带电粒子、电磁辐射、空间粉尘、等离子体、弱磁场、中性气体、微重力等九大类空间环境因素，旨在聚焦航天领域重大基础性科学技术问题，构建空间综合环境与航天器、生命体和等离子体作用科学领域的大型研究基地。

空间环境地面模拟装置国家重大科技基础设施项目，聚焦航天领域的重大基础性科学技术问题，构建我国首个空间综合环境与航天器、生命体和等离子体作用科学领域的大型研究基地，形成国际领先水平的空间环境耦合效应试验研究平台。相较于把实验仪器设备搬到太空，“地面空间站”既能节省成本、减少安全隐患，又可以根据科学问题和工程需要，设置特定的环境因素，不受时空限制进行多次重复验证，从而创造更加安全便捷的实验条件和科研手段。

空间环境地面模拟装置2005年开始论证，2024年正式通过验收，整个建设过程历时18年。去年试运行以来，装置已经服务了国内外多家单位，支撑了我国多款宇航电子元器件的研发和一系列国家重大航天任务的实施，取得了多项标志性成果。验收委员会认为，这一项目突破了空间环境模拟及其与物质作用领域的系列关键技术，项目总体建设指标处于国际先进水平，部分关键技术指标处于国际领先水平。

第一口突破万米的科探井诞生 刷新亚洲最深井纪录

3月4日，在新疆塔克拉玛干沙漠腹地，中国石油塔里木油田深地塔科1井，经过279天的艰

苦工作，钻探深度突破1万米。这是我国第一口垂直深度超过1万米的井，不仅刷新了亚洲最深井纪录，也创造了当今世界上钻探1万米深井用时最短纪录。这标志着我国自主攻克了万米级特深井钻探技术瓶颈，深地油气钻探能力及配套技术跻身国际先进水平。

深地塔科1井位于新疆阿克苏地区沙雅县境内，设计井深11100米，其主要任务是进行地球深部科学探索和超深层油气勘探。

深地塔科1井的钻探过程，不仅要面对复杂多变的地质构造，还要跨越地下“万重山”，穿越多套不同岩性、不同压力系统的岩层。深地塔科1井自上而下要钻穿塔里木盆地13个地层。进入8000米深度后，地层异常坚硬，先后更换了15只钻头才艰难钻进到万米。最极端时，井下的钻工具要面对170多兆帕压力的冲击，同时经受过220摄氏度的超高温考验。在这样恶劣的井下环境中，一般钻井设备仪器的电子元器件、橡胶件等，均会损坏或失效。

为了打成这口万米深井，塔里木油田采用了我国自主研发的全球首台12000米特深井自动化钻机，创新研发了220摄氏度超高温钻井液、抗高温螺杆等工艺技术，同时储备了万米取芯装备、特高压压裂车等一批关键核心装备。

“天眸芯”研制成功

性能超越传统计算机视觉算法

5月30日，“天眸芯”相关成果作为封面文章，发表于国际学术期刊《自然》。这款芯片由清华大学科研团队研制，是世界首款类脑互补视觉芯片。

论文通讯作者、清华大学精密仪器系教授施路平介绍，在开放世界中，智能系统不仅要应对庞大的数据量，还需要应对如驾驶场景中的突发危险、隧道的剧烈光线变化和夜间强闪光干扰等极端事件。而传统视觉感知芯片面对此类场景往往出现失真、失效或高延迟，限制系统的稳定性和安全性。

为更好应对上述问题，清华大学类脑计算研究中心团队聚焦类脑视觉感知芯片技术，提出了一种基于视觉原语的互补双通路类脑视觉感知新范式。

“天眸芯”采用先进的类脑计算架构，能够在光照变化大、动态范围高、遮挡、噪声、模糊等复杂视觉环境下，通过模拟人脑神经元和突触的连接方式，实现对视觉信息的层次化、并行化、自适应处理。该芯片集成了数十万个神经元和数百万个突触，能够在低功耗下实现高效的视觉信息处理，其性能超越了传统计算机视觉算法。

“天眸芯”具有强大的自适应学习能力，能够根据环境变化和任务需求，自动调整神经元的连接权重和突触的传递效率，实现对复杂视觉环境的快速适应和鲁棒处理。此外，该芯片还具有高度的可扩展性和可编程性，可以方便地应用于不同领域的视觉信息处理任务。“天眸芯”的成功研制，标志着我国在类脑计算领域取得了重要进展，更展现了其在智能无人系统领域的巨大应用潜力。

深中通道建成开通

粤港澳大湾区实现“1小时交通圈”

伶仃洋上，一条宏伟的跨江通道如巨龙腾飞，连接起深圳与中山两地。6月30日，深圳至中山跨江通道(以下简称“深中通道”)正式通车。深中通道历时7年建成开通，是全球首个集“桥、岛、隧、水下互通”于一体的跨海集群工程。

开通后，珠江口两岸的“深莞惠”和“珠中江”两大城市群迎来首条直连通道，深圳到中山的车程从2小时缩短至30分钟，粤港澳大湾区实现“1小时交通圈”。深中通道全长约24公里，其中跨海段长22.4公里，采用设计速度100千米/小时的双向8车道高速公路技术标准，设计使用寿命100年。

作为世界上建设难度最高的跨海集群工程之一，深中通道技术难度世界少有，且所处海域水文地质条件异常复杂，工程受航空、水运、环保等多重因素限制，建设条件十分严苛。深中通道是继港珠澳大桥后，粤港澳大湾区建成的又一超大型交通工程，攻克了多项世界级技术难题，创造了多项世界纪录。

深中通道海底隧道沉管段由32个管节和一个最终接头连接而成，其中每个管节重约8万吨。为了让这些庞然大物在海底精准对接，工程人员特别开发了沉管浮运安装一体船。他们还在船上创新应用了坐底标定和北斗系统，新增沉管水下变形测量，最终使所有管节的对接精度都在5厘米以内，连续7个管节实现了毫米级精度，

创造了世界跨海隧道沉管安装对接技术领域的新纪录。

介入式脑机接口传感器取出

安全性和生物兼容性得到验证

8月16日，南开大学公布，全球首例介入式脑机接口传感器血管内取出试验日前在北京圆满完成。该试验由南开大学医学院副院长、人工智能学院教授段峰及其团队牵头，与中国人民解放军空军特色医学中心、中国人民解放军总医院等联合完成。

2022年6月25日，团队牵头完成了国内首款介入式脑机接口动物羊试验，突破了介入式脑电电极、血管内脑电采集等核心技术，完成了支架、导管等神经介入器械产品研制，解决了传统侵入式脑机接口对脑区造成不可逆损伤的弊端。2023年5月4日，团队牵头完成了全球首例非人灵长类动物介入式脑机接口试验，实现了介入式脑电信号从被动采集到主动控制的技术飞跃，突破了血管内脑电信号采集、介入式脑电信号识别等核心技术。

据介绍，此次试验是在前期两项试验基础上取得的进一步成果。内容包括涉及将无线传输设备植入实验动物皮下，并将采集到的介入式脑电信号通过无线传输设备传出，实现了稳定、高效的信号传输；通过介入手术将先期导入羊颅内血管壁上的介入式脑机接口传感器安全取出。整个过程在DSA造影引导下进行，确保了手术过程的安全性。

此次试验的成功，不但验证了无线传输设备与介入式脑机接口系统的安全性和生物兼容性，而且验证了介入式脑机接口传感器可以在不损伤脑组织和血管的情况下被安全取出，为未来介入式脑机接口技术的临床应用提供了坚实基础。

据介绍，无线传输技术的应用将帮助介入式脑机接口系统变得更加便携和易用，通过识别运动皮层脑电信号控制康复运动辅助机器人工作，可大大提升卒中、脑损伤、截瘫等运动功能障碍患者的生活质量，将来还会通过医工结合打造高端医疗设备民族品牌，为脑疾病医疗康复领域带来广阔的市场前景和长远的社会效益。

300兆瓦级F级重型燃气轮机点火

为全面开展整机验证奠定基础

10月7日，我国自主研发的300兆瓦级F级重型燃气轮机在上海临港点火成功。

超大型燃气轮机被公认为世界上最难造的机械装备之一，被誉为“制造业皇冠上的明珠”。该款300兆瓦级F级重型燃气轮机，是我国首次自主研发的最大功率、最高技术等级重型燃气轮机，技术指标与国际主流F级重型燃气轮机基本相当。该机型采用的新技术、新材料、新工艺对我国燃气轮机基础学科进步、产业发展有显著的辐射带动作用，对保障我国能源安全和绿色发展具有重要意义。

燃气轮机点火试验是整机试验验证阶段的首个重大试验，主要任务是验证整机设计、制造的有效性和试验测试系统的功能完整性，为全面开展整机验证奠定基础。这次成功点火，是继今年2月首台样机总装下线以来取得的又一重要成果，标志着项目研制全面进入整机试验验证阶段。

实践十九号卫星顺利回收

可重复使用返回式技术再进一步

大漠戈壁，见证航天回收技术的新跨越。10月11日，我国在东风着陆场成功回收首颗可重复使用返回式技术试验卫星——实践十九号卫星，其搭载的植物及微生物育种载荷、自主可控和新技术验证试验载荷、空间科学实验载荷、社会公益和文化创意载荷等回收类载荷已全部顺利回收。

实践十九号卫星是我国“十四五”期间的重要新

技术试验卫星，于9月27日在酒泉卫星发射中心发射，通过飞行试验突破了可重复使用、无损回收、高微重力保障等关键技术，验证了新一代高性能可重复使用返回式空间试验平台各项技术指标，达到了各项预期试验效果。

实践十九号卫星具有微重力水平高、时效性好、下行能力强等特点，是高效的高微重力水平空间试验平台，可支持微重力科学、空间生命科学等方面的研究。此次飞行任务，开展了航天育种、新技术验证与空间科学实验，着力推动空间新技术发展和应用。任务搭载了多个国际合作载荷，成为促进航天国际合作的良好平台，对推动探索太空、利用太空有着重要意义。

26兆瓦级海上风力发电机组下线

单台机组每年可输出1亿度清洁电能

10月12日，我国海上风电领域迎来一项重要突破——我国拥有完全自主知识产权的全球最大的26兆瓦级海上风力发电机组在福建下线。该机组单机容量26兆瓦，是当前全球范围内单机容量最大、叶轮直径最大、单位兆瓦重量最轻的风电机组。

据介绍，该机组轮毂中心设计高度185米，相当于63层居民楼高；叶轮直径超过310米，扫风面积超过7.7万平方米，相当于10.5个标准足球场。其中，机组的发电机、叶片、轴承、电控系统等关键部件技术均达到了世界领先水平，代表了中国风电装备全产业链技术的快速进步。此外，整机机组由3万余个零部件组成，供应链完全自主可控。

为了应对我国大部分海域平均风速高、盐雾腐蚀强、台风强等特点，该机组采用了全密封结构防盐雾腐蚀方案，确保风机能够更好地满足25年的使用寿命需求。该机组配置双重抗台风技术方案，具备抵御17级超强台风的能力。今年9月，采用该方案的风电机组成功经受住了超强台风“摩羯”的考验。

在年平均风速为每秒10米的条件下，单台机组每年可输出1亿度清洁电能，可满足5.5万户普通家庭1年的生活用电，可节约标准煤3万余吨、减少二氧化碳排放8万余吨。

该机组下线后，计划在福建、广东、海南等沿海风力较高的区域率先投入使用。

“梦想”号建成入列

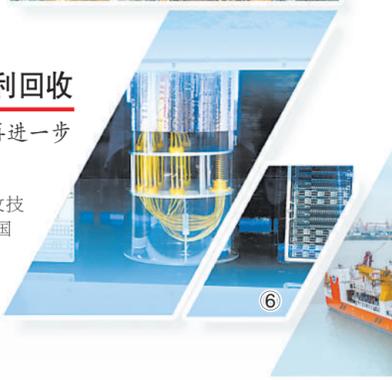
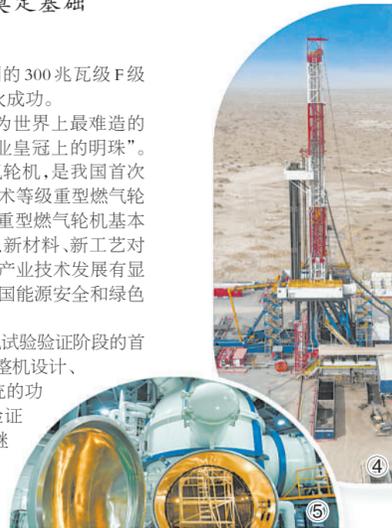
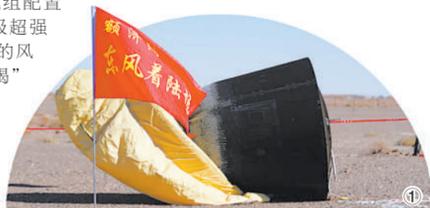
具备全球海域无限航区作业能力

“打穿地壳、进入地球深处”，这是人类长久以来的科学梦想。如今，中国最新入列的科考船“梦想”号有望将这一梦想变成现实。11月17日，这艘拥有最大11000米的钻深能力、我国自主设计建造的首艘大洋钻探船在广州正式入列。

全长179.8米，宽32.8米，排水量42600吨的“梦想”号，是我国目前吨位最大的科考船，续航力15000海里，能够搭载180名船员。“梦想”号稳定性和结构强度按16级超强台风安全要求设计，可在6级海况下正常作业，具备全球海域无限航区作业能力。

“梦想”号采用模块化设计理念，攻克多项世界级船舶设计难题，在国际上首次创新集成大洋科学钻探、深海油气勘探和天然气水合物勘查试采等多种功能，构建起我国自主的超深水钻探装备设计建造技术体系。经两轮海试验证，“梦想”号主要性能指标优于设计要求。

作为全球领先的深海作业平台，“梦想”号堪称海上移动实验室，科考实验功能和信息化水平国际领先。全船建有基础地质、古地磁、无机地化、有机地化、微生物、海洋科学、天然气水合物、地球物理、钻探技术九大功能实验室，总面积超3000平方米，配置有全球首套船载岩石自动传输存储系统，可满足海洋领域全学科研究需求。



图① 我国在东风着陆场成功回收首颗可重复使用返回式技术试验卫星——实践十九号卫星。

新华社发(王衡摄)
图② 车辆行驶在深中通道上。

新华社记者 毛思倩摄
图③ 我国科学家研制出世界首款类脑互补视觉芯片“天眸芯”。

受访单位供图
图④ 塔里木油田深地塔科1井钻探深度突破1万米。

受访单位供图
图⑤ 空间环境地面模拟装置月尘仓。

新华社记者 王松摄
图⑥ “本源悟空”超量子计算机模型。

新华社记者 黄博涵摄
图⑦ 靠泊在广州海洋地质调查局科考码头的大洋钻探船“梦想”号。

新华社记者 刘大伟摄

年终盘点