

驯服冻土、抵御断裂、洞察缺陷

能源大动脉披上“科技护甲”

K 热点透视

伴随着大型输油泵机组与压缩机的轰鸣声，源源不断的原油和天然气资源，分别从黑龙江漠河和黑河沿着管道一路南下，为沿线区域经济社会高质量发展和人民美好生活持续注入强劲动能。

截至目前，我国东北能源战略通道累计输送原油逾3.3亿吨、天然气突破1000亿立方米，实现长周期安全可靠运行。

“凭借多项科技创新，我国东北能源战略通道在世界上首次成功穿越欧亚大陆冻土区南部不稳定冻土带，并首次实现油气管道关键设备和核心控制系统全面国产化，在保障国家能源安全、推动绿色转型方面发挥着举足轻重的作用。”国家管网集团副总经理、党组成员、首席科学家姜昌亮表示。

防冻控制：让管道与冻土“友好相处”

“在管道建设过程中，我们面临的第一大难题，就是沿线特有的不连续、岛状冻土问题。”国家管网集团研究总院智能化中心副主任马云宾坦言。

天气寒冷时，含冰冻土会膨胀，容易把敷设在冻土中的管道顶起来；而天气转暖时，冻土融化塌陷，管道又容易发生沉降。“这意味着，管道会处于不稳定的状态。”马云宾说。

如何让管道与不稳定冻土“友好相处”？

“我们希望厘清在气候、环境、冻土和管道多因素耦合下，冻土会如何发展变化，对管道会产生什么影响。”马云宾介绍，这样就能利用技术手段，对冻土进行动态控制，让管道变化处于安全范围内，以实现原油的稳定输送。

为实现这一目标，研究团队在国际上首创热油管廊冻土演化预测方法，从水平和垂直方向，对冻土的分布和动态变化进行科学预测。同时，他们还创新开发了冻土区管道应变设计及评价方



我国东北能源战略通道在世界上首次成功穿越欧亚大陆冻土区南部不稳定冻土带 ■ 受访单位供图

法。该方法能够对冻融灾害高风险管段应变进行精确计算，预测冻土冻融对管道结构性安全状态的影响，为管道设计与运维奠定技术基础。

在此基础上，研究团队发明了“导一散一隔一阻”成套技术：即利用热棒单向导热、通风管对流散热、保温层隔热、生态修复阻热，形成高寒冻土区融沉综合防控技术体系，使冻土融沉速率降低70%，实现了对不稳定冻土和热油管道的动态稳定控制。

这些创新成果最终解决了在不稳定冻土区埋地敷设大型输油管道的国际难题。

断裂预防：止裂韧性模型“自主破壁”

作为我国第三代大输量天然气管道标志性工程，“北气南下”能源大通道自全线贯通以来，日均输气量超1.1亿立方米，年输气能力达380亿立方米，可满足1.3亿户城市家庭全年用气需求。

这得益于该能源通道所采用的管道。它是我国首条采用1422毫米超大口径、X80高钢级、12兆帕高压等级的天然气管道，也是目前全球口径最大的输气管道。

采用如此大口径的管道输送天然气，管道一旦断裂，后果不堪设想。如何精准设计管道，防止管道断裂失效？这是摆在科研团队面前的第二道难题。

“当时国际上通用的管道止裂韧性预测模型不适用于管径超过1219毫米、止裂韧性超过100焦耳的高钢级管道，并且未能考虑土壤类型和管道埋深等因素影响，无法直接应用于我国‘北气南下’能源大通道。”国家管网集团西部管道公司总经理庞贵良分析，如果采用这种预测模型，研制出的管道并不安全。

为了攻克这一难题，研究团队创新开发了大口径高钢级管道止裂韧性预测模型，首次引入土壤类型、埋深和管径多参数动态耦合的土壤约束因子，精准确定了“北气南下”能源大通道管道止裂韧性指标。

根据这一韧性指标设计出的大口径管道，是否能够保障管道在运输能源时的安全性？为了准确回答这一问题，研究团队自主开发建设了亚洲首座全尺寸管道气体爆破试验场，在世界上首次开展了1422毫米超大口径、X80高钢级管道天然气爆破试验。

通过全尺寸爆破试验，他们验证了“北气南下”能源大通道管道断裂韧性指

标和环焊缝极限承载能力，为管材研制与管道设计奠定了基础。

智能检测：管道健康状况“洞察入微”

油气管道顺利穿越不稳定冻土带后，研究团队还需精准掌握管道运行相关数据。大口径管道被埋入地下后，运行状态怎么样，有没有出现缺陷和裂纹？这是研究团队面临的第三道难题。

“管道口径变大、内部压力增高，哪怕微小的管道缺陷也会酿成大祸。”国家管网集团研究院副院长陈朋超说，以往的检测设备无论是口径、功能还是检测精度，都无法满足这条能源大通道的高可靠运行要求。

怎样才能在不影响油气管道运行的前提下，又快又好地对管道进行“体检”？让机器人钻进管道里完成这项任务是最优解决方案。研究团队创新采用高密度霍尔阵列和品字形正交差模涡流超高分辨率磁电复合传感技术，研制出国内首套1422毫米超大口径管道多物理场超高清管道微小缺陷和附加应力内检测技术与装备。

“这款管道检测机器人身上布满了传感器。它可以钻进管道内部，按照每秒3~5米的最优控制速度，顺着油气介质输送方向前进。这样就可以在不影响管道运行的前提下，精准感知管道本体状态。”陈朋超介绍，该装备实现了微小缺陷与附加应力的一体化检测，可识别细微焊缝裂纹与小型孔洞类缺陷，有效提升检测精度与安全评估效能。

陈朋超告诉笔者，机器人在管道中每运行1分钟可采集约2G~3G的数据。采集完成后，研究团队会利用自主开发的智能分析系统，对数据信号进行解析识别，及时捕捉和判断数据信号背后隐藏的管道缺陷或应力变化。

“作为我国重要的能源战略走廊和‘一带一路’标志性工程，东北能源战略通道践行平安管道、绿色管道、发展管道、友谊管道的建设理念，引领了大型油气管道技术发展方向，极大推动了管道行业技术进步，为全球管道工程建设贡献了中国方案。”姜昌亮表示。刘园园

大模型发展“下一站”：全场景生态构建

随着人工智能技术迅猛迭代，大模型已成为驱动经济社会发展的关键引擎。在单一模型技术不断突破、参数纪录屡屡刷新的同时，各家大模型厂商不约而同将目光投向大模型服务链建设，着重构建全场景生态。

国务院不久前印发的《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》提出，发展“模型即服务”“智能体即服务”等，打造人工智能应用服务链。面对千行百业智能化转型需求，全链条覆盖的服务能力、优秀的全场景生态构建能力，已成为大模型产业下一阶段发展的重点。

加强软硬件协同

对如今的大模型行业来说，“周周有发布，天天有更新”已成为常态。

9月9日，百度正式发布文心大模型X1.1。它采用迭代式混合强化学习训练框架，通过混合强化学习、协同提升通用任务和智能体任务的效果；同时，通过自蒸馏数据的迭代式生产及训练，不断提升模型整体效果。尤其在更复杂的长程任务场景中，模型表现突出。

同样在9月，阿里巴巴旗下通义千问也推出了其最新模型，在中文理解、复杂指令遵循、工具调用等维度实现性能增强，同时显著减少了知识幻觉。

在追求性能指标不断提升的同时，大模型产业也正走向以配套工具开发、应用场景适配、产业落地为核心的全场景生态能力建设阶段。

大模型生态是一个涵盖底层技术研发、模型训练与优化，以及应用开发、产业落地、人才培养等多个环节的复杂系统。完善的大模型生态能促进技术快速迭代创新，加速人工智能在各个领域的普及应用。

中国工程院院士郑纬民此前曾谈到国产AI芯片的生态问题。他直言，当下国产AI芯片的适配生态不够好，如果生态足够好，哪怕只有60%的性能也会有更多用户使用。

同样的问题也出现在大模型领域。随着人工智能技术快速迭代，仅靠算力堆叠已无法实现模型性能的同步线性提升。模型算法与底层硬件、软件、开发框架间的协同效果显著影响其训练推



2025上海世界移动通信大会上的大模型展台 ■ 视觉中国供图

高效部署套件FastDeploy2.2版本，可以提供大模型高效部署及高性能推理全栈能力。这一套件不仅可以服务于文心大模型，还可以兼容多种协议、格式，高效运行文心系列及其他主流开源大模型。

不仅是百度，华为、阿里巴巴等企业也在不断完善大模型配套工具研发，降低大模型开发应用门槛。如华为面向昇腾AI开发者提供的全流程开发工具链MindStudio，可为开发者提供端到端的昇腾AI应用开发解决方案，使开发者高效完成训练开发、推理开发和算子开发。

扩大生态“朋友圈”

好用的工具带来的是应用百花齐放，而更多应用方的加入也会让大模型生态更加丰富多元。

中国中车集团有限公司科技质量与信息化部数字化创新处副处长陈鉴分享了人工智能技术在中国高铁气动外形设计上的应用案例。

传统的气动评估方法采用精细建模和高精度模型，计算周期长、使用门槛高、资源消耗大。中国中车集团有限公司以既有的仿真和实验数据为基础，构建高速动车组的气动载荷标准数据库，在线、无损插入运行精度检测代码，无需停机即可精准定位故障硬件，从而在不影响训练的前提下，大幅提升超大规模训练的长期稳定性与可靠性。

在部署端，大模型的高性能推理效率和成本是业界长期关注的问题。马艳军介绍，团队基于“飞桨”研发的大模型

“一个外形设计想法，过去可能需要做大量实验，几个月才能有答案。现在借助人工智能仿真计算，最快几分钟就可以得到结果，并且准确率很高。”陈鉴说，这一技术应用大大加速了气动外形设计迭代，显著提高研发效率。

不仅如此，该公司还与百度飞桨联手打造出国内首个虚拟传感器模型。该模型可在不增加既有传感器的基础上，根据车辆已有的电流电压等现成数据，通过一系列计算，推算出与车辆安全运行相关的其他数据。这仿佛给车辆安装上多个虚拟传感器，可以更早发现故障隐患，对车辆进行更为精细的健康管理，使故障检测准确率在现有传感器检测的基础上再提升10%。

人才是支撑大模型生态建设的重要基础。目前，百度已联合湖北省12所高校共同成立百度飞桨（湖北）人工智能教育创新中心，湖北省22所高校基于飞桨与文心开设学分课程。同时，百度飞桨作为副理事长单位参与湖北人工智能学院建设。

多位受访专家认为，随着底层技术不断优化、配套工具日益丰富、应用场景加速落地，大模型产业将加快从“单点突破”式技术迭代走向“多点开花”式生态构建。

K 创新杂谈

chuangxin zatan

“科创游”是一种将科技与旅游相结合的新型旅游形式，不仅展示科技企业的生产过程和产品，还注重科技教育的普及和科技创新的体验。自2024年以来，为进一步推动城市科创科普发展，展示科技旅游魅力，提升“科创、科普、研学、旅游”融合发展影响力，合肥、杭州等城市陆续开展了建设科创旅游目的地的探索，旨在打造具有全国重要影响力的科创游、科普游、科幻游目的地。

当前全球竞争已经变成了科技竞争、AI、机器人、无人驾驶等“黑科技”，正在从科幻概念逐渐变成现实科技，冲击着人们的思维。在此背景下，越来越多的人对科技产生兴趣。一战成名的3A游戏《黑神话·悟空》，享誉全球的DeepSeek，在春晚上扭秧歌的人形机器人……以这些高科技产品的出品企业为代表的杭州科创新兴产业“六小龙”，让国民看到了中国科技快速崛起，攀登世界科技高峰的希望，也激发起人们参观科创企业、了解最新科技的欲望，而“科创游”由此火了起来。

科技是第一生产力，我国科技产业发展的氛围非常好。近年来，各地政府出台了相关政策，全力支持科技创新创业，推动了科创繁荣发展。目前，北京、上海、深圳、杭州、西安、合肥、成都等城市，聚集了大量的科技企业、高等院校、科研院所，在这些科技创新的沃土里，孕育出了大量的科技项目和科技产品，良好的科技环境，数量众多的科技企业，为发展“科创游”创造了基础条件。

“科创游”具有独特的教育价值，相较于传统的课堂教育，它打破了书本知识的局限，让大众亲身走进科技的前沿阵地。游客不仅能看到各类新奇的高科技产品，还能感受到背后年轻团队的创新活力。身临其境的体验，使抽象的科学知识变得直观、生动，极大地激发了人们对科学的兴趣，促进了新技术的科普，对于提升国民科学素养起到推动作用。而且，“科创游”有助于拓宽科学视野，加深对科学研究过程的理解。很多家长带领孩子参观，有助于提高他们的科学认知水平，鼓励他们爱上科技，走上科技报国之路。

更何况，在流量为王的时代，科技企业也需要获得关注、塑造品牌，主动选择成为优质内容输出的主体，赢得消费者好感和市场口碑，从而撬动业务的拓展。所以，部分科技企业成为“科创游”的目的地，通过向市民开放展厅、展示科技产品，接待游客参观、提供科普服务等，达到了低成本普及新技术知识、培育潜在客户资源、推广企业品牌、宣传新产品的综合效果。

由于“科创游”仍属新生事物，还在探索发展之中，尚存在一些不足之处。传统的科技馆、博物馆等尽管也融入了大量的前沿科技内容，但总体上以知识科普为主，在科创应用方面还有距离。科创旅游资源整合难度较大，科技企业分布较散，路线不好安排，还有部分科研机构涉及保密安全，也不便开放参观。科创游产品出现同质化现象，部分城市盲目模仿成功案例，缺乏独特IP，吸引力不够。盈利模式单一，依赖门票或政府补贴，市场化运营能力有待提升。行业缺乏规范，由于门槛较低，存在收费标准不一、浑水摸鱼、名不副实、玩弄文字游戏等问题。

“科创游”作为一种新兴的旅游形式，有着巨大的市场潜力。更好地发展科创游，还需要多方共同努力，补齐短板、漏洞，推动行业规范有序经营发展。

政府应加大对“科创游”的支持力度。科创游涉及科技、文旅、教育等多部门，可由政府统一协调筹划，加强部门合作，制定“科创游”发展的专项规划，根据不同地区的科技资源特色，打造具有地域特色的“科创游”品牌。比如，科技资源丰富的城市可以重点发展高科技产业园区、科研机构体验游等；拥有独特自然科技景观的地区，可以开发自然科技探索游等项目。各地可出台相关优惠政策，鼓励科研机构、企业积极参与“科创游”项目设计，主动开放实验室、展厅等，开发更多优质的“科创游”产品和线路。同时，加大“科创游”的市场监管力度，规范旅游服务标准，保障游客的合法权益。加强旅游企业和科研机构的资质审核，防止出现虚假宣传、服务不到位等问题。

同时，推动旅游企业与科研机构深度合作。“科创游”属于旅游服务产品，旅游企业需要发挥市场主体作用，应积极与科研机构、科技企业建立合作关系，整合双方优势资源。可由科研机构、科技企业提供专业的科技知识和场地资源，旅游企业则负责旅游线路的设计、市场推广和游客服务。通过精心设计线路和活动内容，注重科学性与趣味性的结合，针对不同年龄段、不同知识层次的游客，提供个性化的服务。科技在持续推陈出新、迭代升级，旅游企业应根据科技发展状况，不断创新“科创游”产品。除了传统的参观游览，还可增加科技主题讲座、科技竞赛、科创工坊等活动。注重产品的创新与优化，开发具有创新性、趣味性和互动性的“科创游”产品，增强游客的互动体验，开发更多参与性强的项目，如无人机操作、VR模拟、基因模型搭建等，让游客在参与活动中获得科技知识。

“科创游”涉及各类科技知识，对人才的要求较高。应加强旅游从业人员和科研人员的交流与培训，培养一批既懂旅游又懂科技的复合型人才。旅游从业人员可以学习一些科技知识，提高讲解和服务水平，避免出现低级错误；提供“科创游”服务的科技人员，也应了解旅游市场需求，学习通俗易懂的科普介绍方式，更好地将科技知识转化为旅游产品。旅游企业还需要引入熟悉科技领域的专业人才，如科普专家、科技学者等，用于一些科技专业性较强、知识水平较深的路线。

此外，还要加强“科创游”宣传推广。可利用互联网、社交媒体等多种渠道，广泛宣传“科创游”的特色和优势。制作精美的宣传视频、海报和宣传册，展示“科创游”的精彩内容和独特体验。鼓励游客在社交平台上发布“科创游”体验和精彩照片，吸引更多人的关注和参与。举办具有影响力的“科创游”主题活动，如“科创游文化节”“科技旅游博览会”等，提高“科创游”的知名度和美誉度，展示“科创游”的最新成果和发展趋势，吸引更多游客参与。



9月16日，在中国科技馆新馆开馆16周年之际，历时3年精心设计制作的海洋展厅焕新亮相。全新改造的海洋展厅位于展馆四层B厅，划分为“源·敬畏”“近·认知”“融·感悟”“梦·归途”四大分区，展览面积约1000平方米，总计25件展品。图为公众参与展厅互动活动。 ■ 中国科技馆供图

宋阳 展示科技魅力 激发创新思维