

回望2025,中国科技创新在广袤天地间书写奋进篇章。科研视野向“四极”拓展,量子科技、月球研究等领域涌现原创突破;科技创新与产业创新加速融合,人工智能、新能源汽车产业蓬勃发展;全球创新指数排名中,我国升至第十位,夯实高水平科技自立自强的根基。

——编者

## 在以克计算的月壤里,能看见怎样的星辰大海

中国工程院院士 吴伟仁

于百万年人类史而言,现代自然科学的诞生与发展,只是历史之一瞬。不少科学知识都是从地球表面观测自然现象演绎得来。深空探测一般指对月球及其以远的天体和空间开展的探测活动,已成为当今世界最具挑战性和带动性的高科技领域之一。

2025年,在嫦娥六号取回的月球背面样品里,首次发现大型撞击事件成因的微米级赤铁矿和磁赤铁矿晶体,揭示了全新的月球氧化反应机制,取得月球科学研究的重大突破;发射的天问二号探测器,将在距地球远达4200万公里的空间,对一颗高速运行的近地小行星抵近探测并预计于2027年底采样返回……当下,深空探测活动正由工程技术突破向重大科学发现、资源开发利用转变,由短期访问式探测向长期驻留式探测与应用转变。未来,我国将稳步推进月球科研

站建设、载人登月任务、火星取样返回、木星系探测和近地小行星防御与应用等重大工程,围绕深空科学、深空技术、深空资源开发等方面,加快关键核心技术攻关和应用,全面提升进出、探索和利用太空的能力,支撑深空探测向全城洞察、边界突破、资源利用发展,助力开启太空探索新篇章。

### 链接

2025年,我们望向更深更远的宇宙:嫦娥六号月壤研究取得多项国际首创突破;天问二号探测器开启小行星探测与采样返回之旅、“夸父一号”等空间科学卫星贡献多项新发现……中国人向宇宙探索的步伐越坚实。

## 量子计算里,藏着什么不可限量的未来

中国科学院院士 郭光灿

要问量子计算里藏着什么未来?我想,它藏着我们必须掌握也正在掌握的战略主动。量子计算是未来的关键技术,要不来、买不来、讨不来。

要实现全链条自主可控,关键在于6个方面:量子计算芯片、测控系统和环境支撑系统等是硬基础,而量子计算机操作系统、应用软件和云平台则是发挥价值的软基础。唯有相互深度融合,才能走通从硬件到软件的全链条自主可控之路。

打个比方,研制量子计算机就好比造“火箭”。量子计算芯片是产生算力的“助推器”,测控系统则是“制导系统”,而环境支撑系统构成了承载一切的“箭体”。在硬件层之上,量子计算机操作系统扮演着核心“指挥官”的角色,应用软件则是具体“任务载荷”,量子计算云平台则是关键的“发射场”与“连接器”。目前,我国量子计算已结出了

果实:中国第三代自主超导量子计算机“本源悟空”上线,不仅参与77所高校人才培养,与国内超算、航空航天、电力医药等关键领域企业进行了百余个应用合作,更实现了量子算力“机时”的出口与国际合作……这条从硬件到软件的自主可控之路,正引领我们走向一个不可限量的未来。

(本报记者徐靖整理)

### 链接

“看不见”的赛道上,量子计算的未来“不可限量”。在前沿探索中,超导量子计算原型机“祖冲之二号”打破了超导体系量子计算优越性的纪录;在商业应用中,中国第三代自主超导量子计算机“本源悟空”成功完成了74万个全球量子计算任务,从实验室飞向市场。

## 脑机接口如何“链接”大千世界

中国科学院院士 郑海荣

我们正站在一个崭新的科技起点。在数据成为生产资料、人工智能逐步成为重要生产力的背景下,脑机接口正演变为连接碳基生物智能与硅基机器智能的基础设施,其机制在于对大脑信号的神经活动成像、高精度“解码”读取与智能化“编码”神经调控写入。

当前,侵入式、半侵入式和非侵入式三大脑机接口技术路径并行发展,通过植入电极、颅内贴附或头皮采集等方式获取神经信号,并结合深度学习算法,实现对运动意图、语言甚至视觉图像等信息的高效解码。同时,脑机接口技术从单向“读取”迈入双向“读写交互”的模式。

在我看来,脑机接口技术指向一个根本性的命题:如何突破智能形态的固有边界?以海量算力与数据驱动的硅基人工智能、历经亿万进化的碳基生物人脑,脑机接口正是实现这两类智能范式互补与深度融合的关键桥梁;以碳基的灵感、伦理与整体性思

维,引导硅基智能的发展方向;以硅基的无限算力、精确性与海量存储,扩展碳基智能的认知边界。由此,最终走向碳基生命与硅基智能在细胞与信息层面的有机融合。

碳基智慧与硅基信息深度融合,将重新定义智能的边界,让生命的可能性向无限展开。

(本报记者姚雪青整理)

### 链接

科幻电影中意念控制的情节,正通过脑机接口技术变为现实。2025年,脑机接口临床转化成果涌现:介入式脑机接口取得新进展,全国首个脑机接口综合临床实验病区成立,全球首个神经重症脑机接口多中心临床试验启动……脑机接口技术不断迈向规模化、平台化。

## 数智技术如何赋能千行百业

中国工程院院士 王 坚

计算理论的先驱图灵先生曾经说过:“一个人只要有了一支笔、一张纸、一块橡皮,加上一定的规则,就是一台很高效的通用机器。”以云计算和人工智能为代表的数智技术,就像这个时代的“纸和笔”,帮助人类更好地拓展创新能力,赋能千行百业的发展。

我们国家有深厚的工业数字化转型基础,积累了海量的工业制造数据。如何更好地发挥数据要素优势,以工业基础模型提升生产效率甚至变革制造范式?结合工业场景真正助力制造强国建设,数智技术大有可为。

“人工智能+”关键的不是加什么,而是怎么加,关键在于机制创新。具体表现为适应新技术发展趋势的敏捷型科研组织,以及科技创新与产业创新深度融合的路径探索。我们既要重视从0到1的创新,也要重视从1到100的创新。因为推动人工智能走向应用的过程就是推动技术成熟的过程,推动整个社会认可新技术的过程。

开放合作与开源创新是加速器。从过去的“源代码开放”转向“创新资源的开放”,这种改变不仅加速了技术本身的迭代,更是我们为世界提供国际公共产品的重要方式。之江实验室打造的021科学基础模型与三体计算星座,就是通过开放创新与央企、民企以及国际组织合作,在太空拓展计算与智能的边界,为解决全球性挑战贡献中国方案。

(本报记者窦瀚洋整理)

### 链接

2025年见证了数智融合从概念走向落地的“进化”:DeepSeek、国产人形机器人等成果竞相进发,“AI+科研”创新科研范式、智慧工厂、智慧交通、智慧文旅等场景拓展数智技术的应用边界。数智技术正以前所未有的速度、广度和深度为创新创造提供不竭动力。

## R院士讲科普·年终特别报道

# 科学有答案 创新无止境

## 八位院士眼中的“十四五”



▲“长征五号乙”运载火箭。资料图片

## 氢能如何为新能源产业注入新动能

中国科学院院士 欧阳明高

在以可再生能源为主体的新能源革命中,氢能是与电能互为补充的重要能源载体之一。氢能与可再生能源具有天然的耦合优势,可以为生产生活提供所需要的电能、热能(冷能)和原料。

当下,氢能为何具有重要的战略地位?一方面,氢能可同时满足资源、环境和可持续发展要求;另一方面,它又是理想的能源互联媒介,是促进能源向低碳环保方向转型的重要途径。

从功能角度来看,氢能能在零碳能源体系中,具有氢储能、氢原料与氢动力等主要用途。以氢动力为例,目前氢燃料电池发展较快,已经从道路车辆扩展到工程机械、机车、小型船舶、飞行器、潜航器等领域。我国已经初步掌握氢燃料电池及其关键零部件、动力系统、整车集成和氢能基础设施等重要技术。

经过全球共同努力,绿色氢能技术研究与示范考核方面取得重大进展,但是实现绿色氢能利用的经济性、取得规模化商业价值并非易事。

未来,面对绿色氢能的特点和难点,必须因事制宜、因地制宜,用场景定义产品,让氢能更好造福人类社会。

### 链接

“十五五”规划建议提出,“推动量子科技、生物制造、氢能和核聚变能、脑机接口、具身智能、第六代移动通信等成为新的经济增长点。”当前,氢能成为能源转型的重要战略选择。我国已经初步掌握氢燃料电池及其关键零部件核心技术,建立了相关产业链,氢能正为我国新能源产业发展注入新动能。

## 培育科研人才需要怎样的创新土壤

中国工程院院士 柴立元

高校作为教育、科技、人才的关键交汇点,要成为滋养科研人才的“创新沃土”,以高素质科技人才支撑高水平科技自立自强。

科研人才的培养要“精准滴灌”,将国家战略需求切实转化为学科布局和人才培养的坐标系。近年来,天津大学前瞻布局合成生物、新型储能、脑机接口、集成电路等重点学科方向,力求精准对接国家科技和产业发展。

科研人才要走出“象牙塔”,必须面向产业、服务社会。要以终为始,强化应用导向,有组织地推动科研人员深入行业头部企业,将产业一线的“技术需求清单”和真实的“研发订单”带回实验室。让科技成果始于产业需求,终于实际应用,让更多科技人才在解决真实复杂问题的历练中成长成才。

要支持青年人才闯“无人区”,构建有温度的制度环境和有弹性的成长通道。一方面,推行“战略科学家+创新团队”的培养模式,

让青年科技人才在服务国家重大战略需求的实践场景中挑大梁。另一方面,持续健全多维度绩效评价体系,对基础研究人才实行长周期、柔性化考核,鼓励探索、宽容失败,让各类人才都能在适合的赛道上跑出加速度。

当越来越多的青年在创新沃土中潜心科研,必将汇聚起支撑国家高水平科技自立自强的战略人才力量。

(本报记者李家鼎整理)

### 链接

一组数据引人关注:国家重点研发计划参研人员中,45岁以下占比达80%以上;国家自然科学奖获奖者成果完成人的平均年龄已低于45岁。年轻人正在科研一线谱写科技强国的新篇章。

## 基础研究的“冷板凳”,需要哪些“暖支持”

中国科学院院士 周忠和

中国的基础研究相较发达国家起步晚。但伴随国家经济实力的攀升,我们对基础研究的重视和支持不断提高,科技成果与人才培养举世瞩目。也要看到,我国基础研究仍然存在不少问题。基础研究有长周期、高风险、慢回报的特性,如何让从事基础研究的科研人员甘心坐稳“冷板凳”?需要从经费、政策和文化3个层面持续提供“暖支持”。

从经费角度看,2024年我国基础研究投入在研发经费中的占比约为6.9%,与主要发达国家15%—25%的普遍水平差距显著。此外,基础研究的稳定性支持与竞争性支持经费的比例过低,不利于科研人员从事重大原创性研究。

短板如何补齐?应继续加大对国家自然科学基金的支持力度,特别是广大青年科技人员尤为依赖的面上项目与青年科学基金;赋予科研人员更大支配自主权;也应拓宽多元化投入渠道,通过税收减免、研发补贴等政策激励企业设立基础研究联合基金,支持公益科研项目,建立基础研究成果转化收益反哺机制。

政策支持需聚焦制度创新与落地实效,深化科研评价改革,完善容错纠错机制,将“试错成本”纳入科研管理正向考核。赋予科学家充分自主权,减少干预,简化科研项目审批流程。

对基础研究而言,良好的科研文化环境非常重要,也是最需要长时间改善、培养的。

除了对科学精神与科学家精神的大力弘扬之外,一个稳定、宽松、公正、包容失败的社会氛围也很重要,让科研人员在“冷板凳”上感受到精神的温暖、价值的认同和前行的力量,从而持续激发“从0到1”的原创活力。

基础研究是科学体系的源头。从新修订的《国家自然科学基金条例》正式施行,到经费包干制推广等改革持续深化,再到设立专项支持青年科技人才出国(境)交流培训,我国不断强化基础研究的支持力度。

## 科技创新与科学普及如何两翼齐飞

中国科学院院士 刘嘉麒

作为和火山打了多年交道的地质工作者,也是孩子们口中的“火山爷爷”,我始终相信:科技创新与科学普及密不可分。60多年来,我在青藏高原、大兴安岭的崇山峻岭中埋头攻关,如今也在乡村小学的课堂、短视频的镜头前进行科普,深切体会到两者是可以互相赋能的。

科技创新是科普的源头活水。上世纪我刚投身科研时,国际上竟有“中国没有火山”的说法。为此,我和团队踏遍万水千山,新发现20多处火山遗址,确证10余处活火山,为祖国火山“正名”。

而科学普及恰恰是科技创新的土壤。年过八旬,我依然乐此不疲奔走在科普一线,在短视频平台分享火山知识。今年,我参与科学追光计划,走进偏远地区学校,与孩子们面对面交流,把火山知识带给更多青少年。中国儿童中心联合多家单位推出“给青少年的科学讲堂”等新形式,让我看到了全民科普的广阔前景。在我看来,“追光”不仅是追逐科学真理的光芒,更是让科学之光照进每个孩子的心田。

当孩子们惊叹于火山的奥秘时,我看见科学的种子悄然发芽。一个对科学好奇的孩子,未来就可能成长为科研人才。全民科学素质的提升,正是国家科技创新坚实的根基。

我希望带动更多同行走出“象牙塔”,把更多科研成果转化科普内容。我坚信,当一项项科技成果转化为科普资源,当一次次科普传播孕育创新火种,科技创新与科学普及就会形成良性循环。未来,我会继续以“火山爷爷”的身份,深耕科普一线,让科学之光照亮孩子们求知的眼睛。

### 链接

今年,首个全国科普月见证了公众的科学探索热情与国家对公民科学素养重视的双向奔赴。从“一日”到“一月”,从一堂课到千万堂课,科普工作正从知识普及向创新文化培育深化,为建设科技强国夯实社会根基。