

南仁东“造梦”，32 年几代科研人圆梦传奇工程

■本报记者 甘晓

7 月的贵州平塘大窝凼，巨大的银色反射面在烈日下熠熠生辉。对于中国天眼（FAST）工程团队来说，这只是一个在深山坚守的普通日子。几天后，FAST 总工程师、中国科学院国家天文台副台长姜鹏回到北京，登上人民大会堂领奖台，接过国家科学技术进步奖一等奖证书。

“我很幸运，遇上了这样一项能让我沉浸其中的传奇工程。”姜鹏在接受《中国科学报》采访时说，“首先要向人民科学家南仁东先生致以最崇高的敬意，他是这个项目的造梦者。从 1994 年提出构想至今，历经 32 年，几代科研工作者的接续奋斗，终让大国重器的梦想成真。向团队每一位成员致敬，我们都是圆梦人！”

满足对“传奇工程”的期待

1994 年，南仁东提出建造 500 米口径射电望远镜的构想。尽管当时中国最大望远镜口径不足 30 米，该计划被外界视为“痴人说梦”，但他坚信这是中国天文界赶超世界水平的绝佳机会。2008 年，63 岁的南仁东作为首席科学家兼总工程师，正式开启了 FAST 项目的建设征程。

“这台望远镜几乎满足了我对传奇工程的所有期待。”回忆起与 FAST 结缘的时刻，姜鹏依然记忆犹新。

2009 年博士毕业时，姜鹏偶然看到 FAST 项目的招聘信息，感到这是一个充满魔幻色彩的构想：利用贵州喀斯特洼地建造 500 米口径的索网支撑式可变形的主动反射面，采用柔刚耦合多级并联轻型索驱动机构，实现接收机的高精度定位。

就这样，带着“不可思议”的直觉与好奇，他一头扎进深山，路上追星之路。

彼时，FAST 核心设备建设正在紧张推进，南仁东将索网工程的重任交给了初出茅庐的姜鹏。

FAST 的“视网膜”由 6670 根钢索编织而成。2010 年，团队遭遇近乎灾难性的技术风险。因望远镜需频繁变形，钢索要承受高达 500MPa 的疲劳应力，超过传统标准的 2.5 倍。

技术攻关期间，南仁东坐卧不安，天天在现场与技术人员沟通。姜鹏回忆：“他几乎每天找我讨论，担心‘项目完蛋了怎么办’。”

在南仁东的关心和支持下，姜鹏带领团队历时两年、经历近百次失败，终于研制出超高耐疲劳钢索，对望远镜按



中国天眼全景。

国家天文台供图

时落成起到了决定性作用。

黎明前最黑暗的时光

2016 年 9 月 FAST 落成。2017 年初，国家天文台 FAST 经理部委任姜鹏担任调试核心组组长，全面主持望远镜调试工作。姜鹏去南仁东家探望，病重的南仁东嘱托道：“以后这台望远镜就拜托给你们了。”

FAST 不仅要求“大”，而且要求“准”。“对 FAST 的调试绝非简单地测试设备，牵一发而动全身，稍有闪失就可能功亏一篑。”姜鹏介绍。对于整个团队而言，调试阶段是黎明前最黑暗的时光。

在建设向调试艰难过渡阶段，姜鹏做出一个重要决定——让时任调试组控制组组长孙京海推倒重建控制系统，最终使量身定制的系统在正式测试中所有指标一次通过。

更惊险的一幕发生在馈源舱调试期间。30 吨重的馈源舱悬吊在 140 米高空，要在 200 多米的尺度内实现毫米级精准定位。稍有闪失，整个望远镜将毁于一旦。

在这命悬一线的头头，姜鹏和孙京海扛下风险，签下启动现场测试的责任状。当馈源舱稳稳完成测试，在场所有人都松了一口气。如今，再回忆起这个惊心动魄的瞬间，姜鹏感叹：“像是把脑袋别在裤腰带上干活。”

2017 年夏，南仁东病情恶化，得知 FAST 实现跟踪功能后，给姜鹏发去了祝贺信息，这也是他给姜鹏的最后一条留言。

2018 年，出于对青年人才的充分信

任，中国科学院国家天文台果断让不到 40 岁的姜鹏接棒南仁东，挑起了 FAST 总工程师的大梁。

2019 年春节期间，时任测量组组长于东俊接到紧急任务，由于不放心家里怀有身孕的妻子，只能把妻子带到现场和大家一起加班，经过反复修改算法、验证数据，最终才把精度提上来。时至今日，每当想到这件事，姜鹏都心生歉意，觉得自己当时对团队成员要求太苛刻了。

靠着这种默契与拼劲，他们仅用两年便完成了传统望远镜通常需要 4 年以上才能完成的复杂调试任务。

全年无休的日夜坚守

望远镜全年实施 24 小时运行，团队面临的运行工作压力很大。早在 2019 年 4 月 FAST 通过工艺验收时，望远镜便在极其简陋的条件下开启了试运行。姜鹏回忆，那时条件十分原始，“科学家想观测什么，就通过手机传个电子表格或文本文件过来，我们再想办法手动录入系统开始测试”。

2020 年初，FAST 刚通过国家验收便遭遇新冠疫情。姜鹏逆行赶赴现场进行封闭管理，却面临无人申请观测的窘境。从大年初二起，他主动出击给国内射电天文领域的专家挨个打电话，发现大家不是不想用，而是不知道如何申请。

这使他意识到，一台性能卓越的望远镜离一台好用的望远镜，还有一段路要走。来不及缓解疲惫，团队又开始搭建线上服务平台，实现了观测全流程线上化。FAST 首年观测申请便突破 1 万机时，远超其承载能力。

如今，FAST 已经形成一支稳定的高水平科研与运维队伍。

为防范核心部件过度依赖进口的风险，姜鹏又大力推动关键部件国产化。经过数年的努力，小流量齿轮泵、馈源舱钢丝绳、高精度微波定位技术等关键部件陆续实现了全国产化，不仅带动了相关产业技术革新，部分工艺还反哺了国家重大型号工程。

如今，在中国科学院专项支持下，团队正攻坚高端探测器的国产化，期待在 2027 至 2028 年实现这些技术的全面应用，届时将彻底改变我国在该领域长期受制于人的局面。

逆水行舟，不进则退

为落实“早出成果、多出成果、出好成果、出大成果”的要求，在中国科学院支持下，FAST 科技委员会成立。经过广泛论证，该委员会确立了脉冲星、中性氢等研究方向。

在运行机制上，FAST 实行双轨并行。其中，50%左右的观测时间由科技委员会牵头，凝练出轨道面巡天、快速射电暴等七大核心优先项目。剩余的时间面向全球开放，由时间分配委员会严格评审。“科技委主任先后由国家天文台武向平院士和新疆天文台台长王娜担任，时间分配委员会主任由南京大学教授邱科平担任。在他们的主持下，科技委和时间分配委员会始终秉持公正，顶住压力平衡海量需求，为大家用好观测时间、产出重大成果作出了重要贡献。”姜鹏介绍说。

凭借卓越的性能，截至 2026 年 7 月，FAST 已经发现 1280 多颗脉冲星，超过同一时期国际上所有望远镜发现的脉冲星总数，在快速射电暴、脉冲星物理、中性氢星系、纳赫兹引力波等领域产出一批引领世界的科学成果。

逆水行舟，不进则退。面对国际大科学计划日趋激烈的竞争，为了始终站在射电波段视野的最前沿，姜鹏带领团队提出混合口径阵列设想，即在 FAST 周边 30 公里范围内建设由数十台 40 米口径天线组成的大型干涉阵列。近年来，FAST 团队开展了相关试验样机的研制工作，为推进国家层面立项做好技术准备。

“我们目光所及是星辰大海，但我们走过的每一步都脚踏实地。”姜鹏表示，这次获得国家科学技术进步奖是对团队过去工作的肯定，未来还有许多事情等待团队努力实现。

我国智能算力规模达 2185EFLOPS

据新华社电 记者从 7 月 20 日举行的国新办新闻发布会上获悉，当前我国一体推进算力建设，深化算力赋能应用，取得积极成效。截至 6 月底，智能算力规模达 2185EFLOPS（FP16），同比增长 177%；全国算力设施整体上架率达 71.4%。

工业和信息化部信息通信管理局局长谢存在发布会上说，工业和信息化部与有关部门协同配合，持续推动算力设施高质量建设，加快“枢纽—区域—边缘”算力设施协同布局，依托中国算力平台搭建全国一体化算力态势感知自动化监测体系。加快建设高速宽带网络，近两年围绕国家算力枢纽节点建设超 70 条算力大通道，相关算力枢纽节点间网络性能提升 10%。

谢存表示，下一步将优化算力资源供给部署，打造梯次化算力布局，加强算力统筹监测；推动建立算力服务能力评估、算力市场化定价等标准；开展新型传输协议、卡间互联等技术攻关；深入实施普惠算力赋能中小企业发展专项行动；组织算力企业开展国际交流等。

工业和信息化部总工程师王卫明在发布会上介绍，我国深化拓展“人工智能+”，规模以上制造业企业人工智能技术应用普及率超 30%，人工智能开源大模型全球累计下载量突破 100 亿次。工业大模型加速向抗体、小分子药物筛选，抗肿瘤靶向药等新药临床前研发周期缩短 40%。（周圆 唐诗凝）

徐洪杰先进事迹报告会在沪举行

本报讯(记者张双虎)7 月 20 日，中国科学院“攻坚：弘扬新时代科学家精神”主题宣讲暨“全国最美科技工作者”徐洪杰先进事迹报告会在中国科学院上海应用物理研究所(以下简称上海应物所)举行。本次宣讲以树立和践行正确政绩观、大力弘扬新时代科学家精神为主题，集中展现上海应物所原所长、著名核物理学家、同步辐射物理学家、钍基熔盐堆先进核能系统开拓者徐洪杰以国家需求为科研坐标、以实干担当铸就国之重器的奋斗历程。

上海应物所所长戴志敏在致辞中表示，本次宣讲活动是学习贯彻习近平总书记关于科技创新的重要论述和对中国科学院的系列重要指示批示精神、落实中国科学院党组部署要求、牢固树立和践行正确政绩观的重要实践载体。徐洪杰的奋斗历程生动诠释“创新科技、服务国家、造福人民”的初心使命，是可学可追的身边榜样。

在宣讲环节，上海应物所副所长贺战军结合多年共事经历，详实梳理徐洪杰兴核所、建光源、拓钍能的奋斗历程，深刻诠释“国家需要、义不容辞”的科技报国崇高信念。上海应物所研究员、钍基核能物理中心主任邹杨从学生视角，生动讲述了徐洪杰宽厚包容、悉心育人的治学底色。上海

应物所研究员、材料研究部主任黄鹤飞结合自身科研成长实践之路，分享了徐洪杰识才育才、搭建创新平台、凝心聚力协同攻坚的管所治所理念。中国科学院上海分院纪检组组长、沪区党委副书记、纪委书记曹永为宣讲人颁授纪念牌。

中国科学院机关党委副书记王晓虹表示，徐洪杰身上彰显的责任与担当、坚守与奉献，是正确政绩观在科技领域的生动体现。全院广大科技工作者要以徐洪杰为榜样汲取奋进力量，把精神力量转化为干事创业、攻坚克难的实际行动，面对技术瓶颈敢于啃硬骨头、勇于闯“无人区”，以敢为天下先的闯劲、滴水穿石的韧劲深耕原始创新和关键核心技术，力争产出更多原创性、引领性重大科技成果，推动全院科技创新在“十五五”开好局、起好步。

本次活动由中国科学院机关党委主办，中国科学院上海分院、上海应物所、中国科学报社联合承办，上海分院系统在沪单位党员干部、科研骨干及学生代表现场参加。报告会由上海应物所党委书记、副所长李晴暖主持。多家媒体平台网上直播，中国科学院百余个院属单位及社会各界近 60 万人同步收看学习。



看封面

四足机器人会“越野”



最新一期《科学—机器人》封面展示了一张四足机器人跃过倒伏树干的实拍照片。

研究人员开发出一种名为“基于动作预训练转换的强化学习”控制框架，使四足机器人能够在非结构化地形中实现多技能高速移动。在城市与森林环境中开展的真实场景实验表明，这种机器人具备翻越楼梯、踏脚石、沟壑等多种障碍物的潜力。

（方子逸）
图片来源：《科学—机器人》

斯堪的纳维亚雷达阵列将探索极光之谜



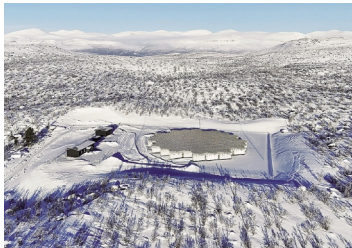
寰球眼

本报讯 2017 年，挪威斯瓦尔巴群岛上空出现一道道微小的绿色光斑，悬浮在极光周边。这些碎片状类极光辐射跨度仅几千米，持续时间不足一分钟，且似乎不受磁力线的约束。“这种小东西太过奇特。”挪威斯瓦尔巴大学中心的空间物理学家 Katie Herlingshaw 表示。

如今，一台重要的新仪器可能会找到答案。据《科学》报道，今年秋季，总部位于瑞典的欧洲非相干散射科学协会（EISCAT AB）计划正式启用一台耗资 6500 万美元的新一代雷达系统——欧洲非相干散射三维雷达（EISCAT_3D）。EISCAT AB 科学主管 Thomas Ulich 介绍，这套横跨斯堪的纳维亚北部的雷达阵列组合，有望成为“全球最先进的非相干散射雷达”，能够全景观测电离层在太阳风暴冲击下的扰动状态。

地球磁场的磁力线将高能粒子汇聚至两极附近的大气层，因此斯堪的纳维亚北部是观测大气扰动的绝佳区域。这类扰动既干扰高频无线电通信，增加近地卫星的大气阻力，也让 GPS 及其他空间导航系统信号出现闪烁。EISCAT_3D 将帮助科学家理解这些威胁，同时追踪日益增多的空间碎片群。

目前，有关极光研究的许多惊喜来自全球的极光观测者网络。芬兰气象研究所



瑞典境内的天线阵列。图片来源：EISCAT AB

的空间物理学家 Maxime Grandin 介绍，19 世纪以来，船长、修道士等业余观测者会将极光观测记录寄给科学家。如今，借助社交媒体和智能手机拍摄的图像，“民间科研爱好者彻底革新了极光研究领域”。

在民间观测者助力下，人类发现的极光种类不断丰富，但许多现象至今依然无法解释。预计 EISCAT_3D 有望揭示上述碎片状类极光及其他新型极光现象的内在形成机制。EISCAT AB 目前已在挪威安装了一套发射—接收阵列，向高层大气发射强雷达波束；同时在芬兰和瑞典部署了数千个接收天线，用于捕捉电离层中自由电子散射出的微弱回波信号。

Grandin 将现有非相干散射雷达比作“在冰川上钻小孔”，只能沿狭窄视线探测大气。相比之下，EISCAT_3D 的 3 组天线阵列将“绘制整片天空”——构建高层大气三维图像，让科学家完整观测碎片状类极光现象的空间全貌。

Ulich 表示，若无不可预见的突发故障，EISCAT_3D 的部分阵列将于今年年底投入运行。

瑞典境内的天线阵列。图片来源：EISCAT AB

地球磁层“调速”，月背“晒太阳”更深

■本报记者 冯丽妃

太阳日冕层时刻在喷射高速带电粒子流，形成太阳风。太阳风与地球磁层相互作用会引发极光，强烈时还会干扰无线电通信及电网系统。

历史上，太阳风是如何挥发的？科学家尝试用月壤回答这个问题。因为月壤长期直接暴露于太阳风中，是研究其挥发历史的“天然档案”。然而，月球始终以同一面朝向地球，太阳风在月球正背面的注入是否存在差异？由于缺乏来自月背的样品，这一猜想一直无法得到实证检验。

现在，中国科学院地质与地球物理研究所博士后张徐航在导师贺怀宇研究员的指导下，联合中国科学技术大学和嫦娥七号挥发分载荷团队，利用中国国家航天局提供的嫦娥六号月壤样品，开展了系统的稀有气体同位素分析。研究发现，月球正面和背面接收到的太阳风的确存在系统性差异，且地球磁层在其中扮演了“调速器”的角色。相关研究 7 月 15 日在线发表于《自然—地球科学》。

寻觅“踪迹”

太阳风是太阳系内挥发分传输的核心载体。如何从月壤的“档案”中寻找太阳风的踪迹？研究团队瞄

准了 5 种稀有气体——氦、氖、氩、氙、氙。“这些气体具有化学惰性，是追溯太阳风注入过程和后期改造的忠实踪剂。”论文第一作者张徐航对《中国科学报》说。

此前，科学家基于阿波罗、月球号和嫦娥五号正面样品的研究，建立起“月壤挥发分主要源于太阳风注入以及陨石、彗星撞击”的基本框架。

然而，月球具有二分化——正面朝向地球，会反复穿越地球磁层，背面则完全不受地球磁层遮蔽。但这种空间特性对太阳风注入造成的影响不得而知。嫦娥六号任务首次从月球背面南极—艾特肯盆地带回的 1935 克月壤，为解决这一谜题提供了历史契机。

研究团队采用分步加热和全熔激光提取技术，精细测定了 5 种稀有气体的浓度与同位素组成，并着重对比了来自嫦娥五号的月壤正面样品与嫦娥六号的月球背面样品中重稀有气体氦和氩的释放规律。

结果显示，嫦娥六号月壤的氦同位素组成呈现出极为独特的特征——其氦 20、氦 22 比值平均为 11.34 ± 0.22，远低于所有已知的月球正面样品，极为接近理论上的强烈分馏太阳风端元（~11.2）。这表明月球背面经历了更为极端的分馏过程，使其富集重同位素，仅用传统的

溅射、扩散或侵蚀模型已无法完全解释，暗示月球背面可能存在更为复杂的同位素分馏机制或一个未被发现的低氦同位素端元。

更关键的发现来自重稀有气体氦和氩的释放行为。在分步加热实验中，嫦娥六号样品中太阳风来源的氩主要在高温阶段释放，呈单峰分布；而嫦娥五号样品则出现明显的低温和高温双峰释放模式。由于氦和氩在月壤颗粒中几乎不发生扩散丢失，其释放温度直接反映原始的注入深度。嫦娥六号月球背面样品的深部释放特征表明，太阳风在背面的注入深度整体大于正面，即背面的太阳风粒子具有更高的人射能量。

地球磁层在“调速”

为什么月球的两面会接收到不同能量的太阳风？研究团队论证认为，是地球磁层在“调速”。当月球围绕地球运行并穿越地球磁鞘时，原本每秒约 400 公里的“正常”太阳风会被显著减速至约每秒 200 公里。“这部分慢速太阳风只扫过月球正面，导致正面月壤接收到大量减速粒子，注入深度较浅；而月球背面始终背对地球，完全暴露在未经减速的太阳风中，因此注入深度更深。”论文通讯作者贺怀宇解

释说。

定量估算表明，在嫦娥五号着陆点，受慢速太阳风影响的时间约占全部太阳风照射时间的 25%，而嫦娥六号背面着陆点则完全不受此效应影响。

离子注入模拟程序 SRIM 模拟进一步证实了这一机制。速度约为每秒 200 公里的太阳风粒子注入深度与正面浅层释放特征一致，并且在该速度下，太阳风、陨石和彗星等组分能够有效混合，与嫦娥五号样品中观察到的混合特征完全吻合。

这项研究首次利用月球背面样品，证实了地球磁场对太阳风到达月表的“调速”效应，并且这种效应永久性地保留在月壤稀有气体的深度分布和同位素指纹中。研究还提示，月壤中的重稀有气体有可能成为重建过去地球磁层与太阳风相互作用边界的“化石记录”，为利用地球古强度数据推测磁层演化提供了新思路。

“日—地—月系统内的相互作用远比我们过去理解的复杂。”贺怀宇说，“而月球正面和背面的稀有气体对比，在全新维度上为我们揭开这些古老联系。即便是最熟悉的天体，依然隐藏着待发现的深层奥秘。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41561-026-02042-w>