

牢记嘱托开新局 日新江淮往前赶



▲ 位于中国科学院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所的全超导托卡马克装置。
本报记者 徐曼昊 摄

“很顺利就完成了治疗，感谢国产技术！”8月7日，66岁的山东患者王女士在中国科学技术大学附属第一医院离子医学中心完成了质子放射治疗，顺利出院。

这是国产首台Capro-X(超导回旋质子治疗系统)的首例临床治疗。该系统依托中国科学院合肥物质科学研究院等离子体所核聚变“人造太阳”超导技术转化，利用质子布拉格峰效应实现肿瘤精准放疗，实现肿瘤定向“爆破”。

在合肥，“人造太阳”是EAST(东方超环，全球首台全超导托卡马克装置)、CRAFT(聚变堆主机关键系统综合研究设施)、BEST(紧凑型聚变能实验装置)等聚变大科学装置的通俗统称。这些大科学装置复刻太阳发光发热的核聚变原理，承载着科研人回应人类能源命题、求索清洁能源的梦想。

2024年，习近平总书记在安徽考察时指出，要加快科技创新和产业转型升级。高水平建设国家实验室和合肥综合性国家科学中心，有效发挥高能级科创平台作用，加强关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新，扩大国际科技交流合作，持续提升原始创新能力。

贯彻落实习近平总书记重要指示精神，合肥深入实施创新驱动发展战略，依托国家实验室、合肥综合性国家科学中心等重大平台，发挥大科学装置集群的支撑作用，持续巩固创新优势，科技创新工作不断取得新进展、实现新突破。

从实验室拓荒攻关到技术赋能民生，聚变领域大科学装置正为破解人类终极能源难题，探索稳健可行的中国路径。

■ 本报记者 许根宏 刘静文

逐日！逐日！

不止于“光”

4 汇势聚能，久久为功

在合肥，“人造太阳”从来不只是科学家的事业。

支撑聚变产业发展的多方配套布局正在落地。合肥工业大学聚变科学与工程学院揭牌，定向为产业储备专业人才；首期10亿元、存续期15年的未来聚变能创投基金落地，为长周期科创注入耐心资本。

“我们看好合肥核聚变能产业的未来。”8月14日，苏州博思得电气有限公司董事长黄强冒雨赶来合肥参加可控核聚变特种电源产业对接交流会。就前不久，企业完成合肥子公司注册，聚核聚变赛道。

面向全球，聚变领域开放合作，也加速着科创成果向外辐射。2025年11月《合肥聚变宣言》正式发布，多个聚变装置面向全球开放，多国科研团队陆续来到合肥开展联合实验，共同求索清洁能源解决方案。

安徽大学经济学院齐美东教授长期跟踪大科学装置的产业化路径。在他看来，不能只用能不能发电这单一标尺看待“人造太阳”。“这套

大装置搭建起完整创新链条，基础科研向前走的同时，技术外溢也在实实在在地发生。科技和产业相互带动，除了瞄准未来能源目标，还会持续催生医疗、安防、新材料等领域贴近老百姓的产品。”

国家“十五五”规划纲要将核聚变能纳入未来产业重点培育方向。“国家能源安全、未来产业发展的时代窗口不容错过。”合肥市发展改革委相关负责人表示，将抢抓核聚变能产业发展的战略机遇，强化各类创新要素供给，打造产业发展的专属场景，厚植聚变产业发展生态。合肥已规划2.3万亩的聚变科创示范区。

聚变发电的远期梦想，在攻关途中能不断给出惊喜。王女士所接受的质子治疗、多地投用的太赫兹安检仪、实现营收突破的钨基特种板材，正是大科学装置“沿途下蛋”的鲜活样本。为破解上亿摄氏度高温等离子体约束难题而生的一系列技术，走出实验室之后，转而守护患者生命、便利公众出行、支撑先进制造。沿着

▲ 7月27日，位于合肥市庐阳区三十岗乡的聚变堆主机关键系统综合研究设施园区加紧建设中。
本报通讯员 葛传红 摄

这条技术迭代的路径，源自“人造太阳”的创新成果，或将在更多民生场景找到用武之地。

暮色漫过三十岗的聚变装配现场，实验室与装配间灯火通明。站在新的起点，这场科研长跑，既有“沿途下蛋”带来的现实民生馈赠，更有奔赴全人类清洁能源的远大理想，以实干作答人类能源之问，静待那道理想火光。

1 岛上笃行，多线攻坚

从合肥市区驱车一路向西北，驶入董铺水库环绕的科学岛。中国科学院合肥物质院等离子体物理研究所扎根于此，是我国超导托卡马克自主研究的起点。

又是新的一天。全超导托卡马克核聚变实验装置(EAST)控制大厅内，中国科学院等离子体物理研究所副研究员陈纪辉正盯着EUV杂质光谱诊断系统的运行数据。

“探测器必须精确对准等离子体中心区，光路偏一点，谱线强度就会大幅衰减。”每一轮实验之前，团队都要反复调狭缝、校正光栅角度。改动一个参数，就要将真空腔体抽至高真空复核验证，抽真空动辄数

小时；一旦数据不及预期，只能放气、开腔重新调试。

“不少科研人都在这里长期扎根，把最好的年华投入攻关，我们年轻人也要沉下心钻研。”陈纪辉说。

同样扎根一线的青年科研人员徐坤，负责牵头EAST、BEST全套核辐射屏蔽与包容结构设计。他带领团队一年啃下国外同行五年的分析工作量，深夜加班已是常态。“团队中敢啃硬骨头的实干劲头，时时刻刻激励着我们。”

“硬骨头”三个字，在这个岛上有着重具体而微的含义。

2 “三器”铸阵，硬核破障

合肥市庐阳区三十岗乡CRAFT厂房内，“90后”副研究员王腾驻守现场。他研发的失超诊断系统，为“人造太阳”装上“安全带”与“安全气囊”。这套系统容不得分毫偏差，微米级误差便可能干扰上亿摄氏度等离子体的稳定约束。

如果说科研人员在科学岛完成了核聚变基础科研的自立突围，三十岗总装基地便是将实验室的成果带入实打实的工程实践。俗称“三器”的EAST、CRAFT、BEST三套装置，共同构成合肥聚变标志性工程矩阵。

为打通从基础研究到发电演示的链路，三套装置梯次接力，分别承担等离子体物理验证、聚变堆核心部件考核、紧凑型氘气燃烧等等离子体实验任务，搭建自主聚变工程顶层框架。

如果把远期聚变商业化发电比作盖房子，EAST负责打牢物理地基；CRAFT作为综合测试平台，在极端工况下反复检验核心部件，啃下工程关卡；BEST规划

承担氘气燃烧实验，向着聚变发电演示发起冲刺。

走进实验厂房，十余米级的巨型磁体部件稳稳矗立，各类特种线缆、精密工装沿四周有序排布。CRAFT环向场超导磁体曾是项目核心“卡脖子”难题，科研团队历经6年，完成设计、预研、研制、测试等全流程关键环节，最终实现磁体100%国产化，综合性能优于国际聚变项目ITER同规格产品。这场长达六年的技术突围，成为自主攻克核心工程部件的一个生动注解。

眼下，BEST装置总装已全面展开。超导磁体的每一道工艺都要自主摸索，设备装配要求达到毫米级精度，多重

3 就地生金，沿途下蛋

不久前，合肥中安创谷全球路演中心，超导材料、低温技术等源自聚变攻关的硬核技术轮番路演，从大科学装置实验室走向市场前台。

不同于海外多数聚变研发路径，合肥不等电站落地，坚持“沿途下蛋”思路，把装置攻关中突破的超导、等离子、特种材料技术同步推向民生、工业市场，走出科研实体化的可持续路径。

合肥轨道交通5号线站厅内，乘客无需摘包停留，几秒即可完成无接触安检。这套主动式太赫兹人体成像安检仪源自“人造太阳”的等离子体物理技术，现已在合肥、青岛、天津等城市投用，拓展至海关、烟草生产等

场景。

走进合肥工业大学智能制造技术研究院，银灰色钨基特种板材整齐陈列。“这些材料，可以抵御装置内壁上亿摄氏度高温等离子体的冲击，是守护‘人造太阳’平稳运行的专属‘铠甲’。”合肥迈微新材料技术有限公司总经理吴运飞介绍，专为聚变装置研制的特种材料完成成果转化，衍生多个应用场景；其微波暗室吸波贴片打破日韩垄断，相关产品实现数千万元营收。

技术外溢效应持续放大，社会资本加速向聚变赛道集聚。2026年初，星能玄光实现现场反磁镜聚变装置FLAME首次等离子体放电；紧接着，走仿星器技术路线的星核聚变完

“核聚变研究是一场接续的攻坚，建设者甘于默默奉献，新一代要敢于闯无人区。”宋云涛，现为中国科学院合肥物质科学研究院副院长、等离子体物理研究所所长。

国际聚变领域不少研发遵循迭代递进的路径，合肥另辟蹊径，梯次并行攻坚，同步推进EAST、CRAFT、BEST建设运行。2006年EAST建成投用，2025年该装置实现1亿摄氏度1066秒稳态长脉冲运行，刷新全球同类装置纪录，装置累计完成超15万次放电实验。

对比国际同行，这种同步梯次并行的研发方式，大幅压缩自主验证周期。

立足新时代对夯实创新根基、加快成果转化的现实要求，岛上科研人紧盯目标接续攻关，脚踏实地踏出聚变领域自力更生的求索之路。

极端条件叠加，每一步都充满挑战。

2021年9月，中国科大一场科学文化沙龙上，科研人员、政府与企业家开展头脑风暴，催生多元资本携手推进聚变商业化的构想。2023年，安徽省确立“实验堆—工程堆—商业堆”三步走路径。

“投身聚变这项关乎全人类的能源事业，纵然前路艰难，依然值得为之聚力前行。”聚变新能(安徽)有限公司董事长严建文说。

依托新型举国体制，三套装置梯次联动并行攻坚，筑牢我国聚变全链条自主可控的工程根基。

成8.3亿元首轮融资，刷新国内民营聚变融资纪录。

合肥市集聚70余家聚变相关企业，覆盖产业链上中下游，前沿技术落地形成实体产品，带动就业、降低高端医疗设备使用成本，实现科研、产业、民生三方增益。

依托大科学装置牵引，合肥探索出“装置攻关—技术突破—仪器衍生—产业落地”的自主创新路径，让实验室硬核技术转化为看得见摸得着的民生产品。目前，合肥汇聚70余家产业链上下游企业，覆盖上游材料、中游设备制造到下游建设运营。

▼ 日前，“人造太阳”项目取得最新进展，环向场超导磁体完成研制验收与满参数测试，磁体设计者代表合影。

本报记者 徐曼昊 摄

