

中国改革报

传播力就是竞争力

中华人民共和国价格公报发布报纸
全国独家信用信息公示信息披露指定报纸
本报发布企业债券公告



改革网



中国发展改革微信

核聚变：当“50年预言”遇上“安徽速度”



□ 本报记者 陈雯 王健生 张海帝

当太阳核心的温度攀升至1500万摄氏度，氢原子核在引力作用下克服库仑斥力，以每秒消耗6亿吨氢燃料的速度燃烧，即可释放出可以照亮整个太阳系的能量——这就是核聚变。地球上，科学家们致力于将这种稀缺变为日常。那么，核聚变真的安全吗？托卡马克装置是一种怎样的“神兵利器”？这一探索清洁能源“终极方案”的大科学装置，当前的建设和使用情况如何？地方政府为核聚变产业砸下百亿资金，背后逻辑何在？

7月1日，“活力中国调研行”记者团继续在安徽省合肥市调研，当日聚焦的正是承载着人类对“海水变石油”等终极能源无限憧憬的聚变领域。

核聚变释放巨大能量

来到聚变创新展览馆，记者看到全超导托卡马克实验装置EAST模型占据C位。模型剖面，内部超导磁体等“心脏”部件清晰可见。在变幻的光线下，等离子体如同爆裂中的火球，却在磁约束的“囚笼”中保持稳定悬浮，不断释放巨大能量。

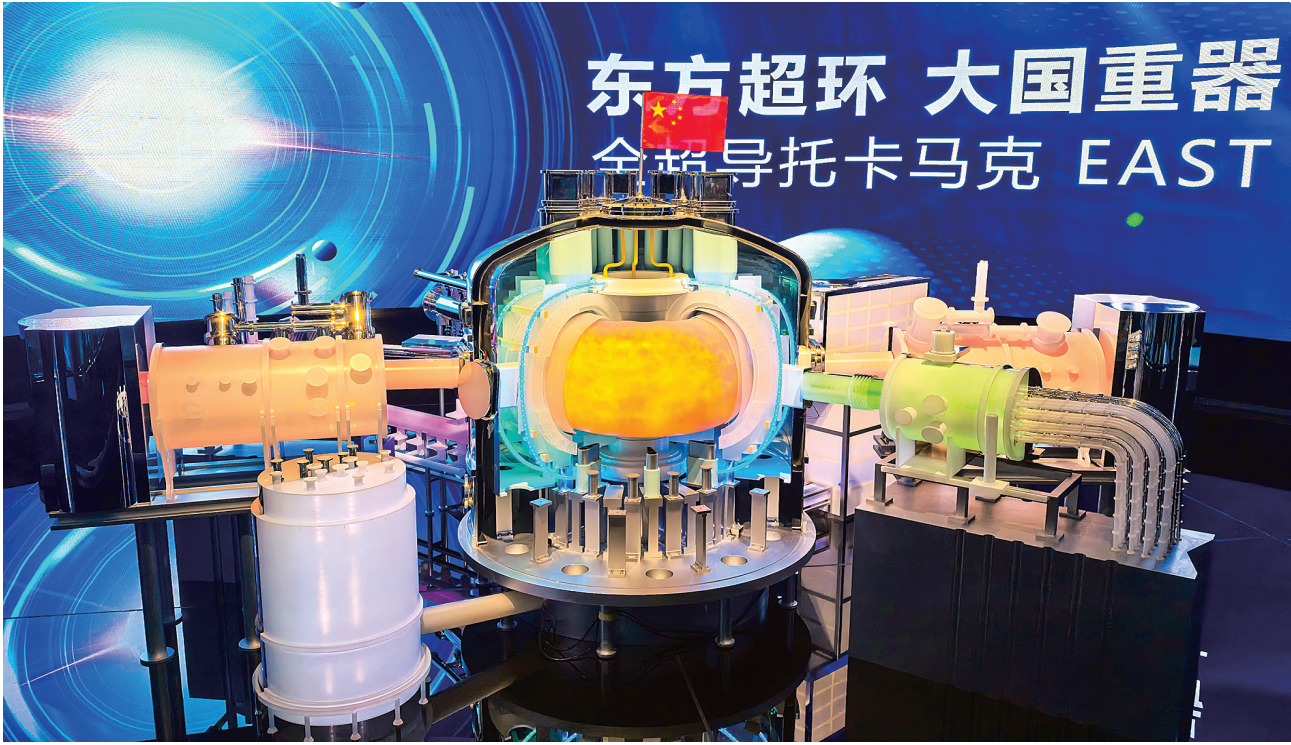
中国科学院合肥物质院等离子体物理研究所团委书记叶华龙介绍，今年初，位于合肥科学岛上的全超导托卡马克装置EAST获得重大成果，成功实现1亿摄氏度1066秒稳态长脉冲高约束模等离子体运行，刷新世界纪录。

聚变研究在基础科学上取得突破后，迅速转向工程实践。继EAST实现“亿度千秒”后，紧凑型聚变实验装置BEST出场了。

据了解，5月1日，合肥BEST项目工程总装工作比原计划提前两个月，在聚变堆主机关键系统综合研究设施园区正式启动。

令人期待的是，BEST装置预计2027年建成，有望在2030年通过核聚变点亮第一盏灯，2050年前实现聚变能商业化发电。

离BEST园区不远的是聚变堆主机关键系统综合研究设施(CRAFT)——“夸父”项目。CRAFT是合肥获批综合性国家科学中心后首个落地的国家“十三五”重大科技基础设施项目，该设施目标是建成国际核聚变领域参数最高、功能最完备的综合性研究及测试平台。



在聚变新能(安徽)有限公司展览馆，全超导托卡马克实验装置EAST模型占据C位。

本报记者 王健生 摄

在1/8真空室总体安装与测试平台车间，记者看到，一个外形似“橘子瓣”的金属结构顶天立地。可以想象，数个相同部件环状组装搭建成的装置，将是一个怎样的“钢铁巨兽”。

“边研发边转化”优势明显

EAST、BEST、CRAFT三大项目，是我国聚变能应用的一场接力赛。合肥，已经成为全球核聚变领域大科学装置最为集中的城市。

合肥市发展改革委综合性国家科学中心工作处处长李辰介绍，目前，合肥形成了覆盖科学研究、工程集成、未来商业发电原型装置的大科学装置集群，并依托中国科学院、中国科学技术大学等科研机构和高校的科研基础，汇聚了世界一流的人才。

安徽积极打造“量子信息、聚变能源、深空探测”三大科创引领高地。合肥提出打造“6+5+X”产业集群，培育壮大未来产业，扩大聚变能等产业的先发优势。由安徽省政府统筹组建的聚变新能，注册资本50亿元，2024年6月通过增资扩股增至145亿元，打造了科研院所与经营主体协同的创新联合体。

在产业链方面，截至目前，合肥已汇集聚变能源产业链企业近60户，涵盖上游超导线材等生产(夸父超导、上超材料等)、中游主机设备制造、工程建设(囍合超导、聚能电物理等)、下游设计运营商(聚变新能公司)全产业链。依托2023年在合肥成立的聚变产业联合会，已汇集会员企业200余家，覆盖超导材料、磁体系统、真空设备等

10大产业链环节。

记者了解到，“边研发边转化”成果转化机制——这一被形象称为“沿途下蛋”的特色模式，正助力合肥在深空探测、聚变能源等前沿科技领域形成显著的先发竞争优势。合肥依托EAST、BEST、CRAFT等大科学装置集群，加速聚变科研成果产业化进程，开辟新领域新赛道。通过技术衍生拓展，推动聚变核心技术跨界赋能医疗、航天、环保等领域，彰显“大国重器”支撑民生的创新路径。如中科大赫兹基于EAST高精度太赫兹偏振干涉仪诊断技术研发安检设备，已应用于合肥地铁；中科离子依据超导磁体、射频、离子源等技术，研发出超导质子治疗系统，可精确高效治疗人体肿瘤，目前该系统已完成调试，将尽快启动临床应用。

科幻般的能源愿景加速推向现实

2023年，安徽出台《以创新模式加速推进聚变能商业应用战略行动计划(2022—2035年)》，确立核聚变开发应用实验堆、工程堆和商业堆“三步走”发展战略：2022年至2030年，依托紧凑型聚变实验装置(BEST)完成聚变发电演示验证；2030年，建设中国聚变工程示范堆(CFETR)；2040年前后，以商业化公司作为实施主体，联合产业链企业，开展更高聚变功率的商业堆建设。记者了解到，聚变新能也正依据“三步走”的路径图，从BEST到CFETR一直到商业堆，从科研到工程，再到以规模化应用为主的商业聚变，稳步

推进核聚变技术的工程化验证与产业链布局。

无污染、零排放，这是核聚变之所以被称之为“终极能源”的重要原因。聚变新能CFETR项目部总体设计工程师纪富豪告诉本报记者，相比于核裂变，核聚变需要极高的温度和极强的磁场约束下才能发生，如果条件不满足，反应就会立刻停止，不会“失控”。同时核聚变的“垃圾”少且好处理，核聚变反应产生的放射性废物较少，放射性持续时间短，不会对环境造成长期污染。更重要的是，核聚变燃料主要是海水中的氘，可以说是“取之不尽”。每升海水中含0.03克氘，通过聚变释放的能量相当于300升汽油。聚变新能董事长严建文也表示，一旦技术成熟，度电成本将接近为零。

这样一种可以颠覆能源体系的技术，需要再等50年吗？此次“活力中国调研行”，记者直观感受到“安徽速度”。从全超导托卡马克装置EAST刷新“亿度千秒”世界纪录，到紧凑型聚变实验装置BEST启动总装并瞄准2027年发电演示，科幻般的能源愿景加速推向现实。

清洁能源的到来不再遥远，很重要的原因正在于科研积累与产业协同：在科研端，EAST、BEST、CRAFT等大国重器建设正酣，形成全球最密集的核聚变工程集群；在产业端，上下游企业高度集聚，打通技术转化通道。当科研人员突破等离子体约束、材料耐受性等工程难题，当资本市场与链上企业同步发力，“人造太阳”走出等待的迷雾也指日可待。

聚焦

共商能源发展大计 擘画绿色发展未来

——来自上海合作组织能源部长会及配套活动的报道

□ 本报记者 张海莺

日前，万物并秀的黄梅时节，一场能源领域的盛会——上海合作组织能源部长会及配套活动在浙江省宁波市举办。这是配合今年上合组织元首峰会召开的能源领域高级别会议，也是中国2025年能源领域主场外交活动之一。这场主题为“创新融合、能动未来”的会议举办期间，中外企业签约25个项目，签约金额约400亿元人民币，总装机规模达1200万千瓦。

在“双碳”目标背景下，深化国际合作、共谋绿色发展已成为广泛共识。

上合聚首：谋能源合作新篇

跨越山海，相聚宁波。会议期间，近20个上合组织国家的能源主管部门负责人、相关代表、驻华使节、企业、高校、智库高级别代表和相关国际组织负责人齐聚一堂，交流各国在推动能源转型、促进可持续发展等方面的经验，共商上合组织国家能源合作未来。

中国国家能源局局长王宏志出席开幕式并致辞。他表示，近年来，中国与各方一道，持续推动能源合作取得新成果，为区域繁荣作出积极贡献，彰显上合组织在构建公平普惠的全球能源治理体系中的重要作用。

今年是“上合组织可持续发展年”，为切实深化区域能源合作、助力能源转型发展，王宏志提出4项建议：坚持公平公正，强化能源领域政策沟通协同；坚持互信互认，提升能源贸易投资合作水平；坚持互惠互利，推动能源科技创新合作；坚持共建共享，持续改善民生用能服务保障。

上合组织副秘书长索海尔·汗表示，上合组织国家高度重视能源领域合作，上合组织框架下一系列能源领域成果文件具有重要意义。有必要发展跨境能源基础设施，加强能源安全，采取综合、有序的能源转型方法，提供融资支持，提升能力建设。希望本次会议能够为挖掘上合组织国家在能源领域的潜力提供良好契机，并为地区可持续发展注入新动力。

“本次会议是凝聚区域智慧、共襄能源合作盛举的重要平台，旨在共商能源发展大计，擘画绿色发

展未来。”中国国家能源局副局长任京东说，这也是中方作为上合组织轮值主席国，推动构建人类命运共同体、深化区域能源命运与共的务实举措。

绿色为基：打造能源共同体

此次上合组织能源部长会不仅是重要平台，更成为推动绿色项目落地的关键契机。

来自乌兹别克斯坦、阿塞拜疆、埃及等上合组织国家的能源主管部门负责人不仅晒出各国能源转型“路线图”，更披露多项中国企业参与的跨国绿色项目落地进展。

“中国企业在阿塞拜疆能源战略中发挥重要作用，他们以承包商和投资者的双重身份，为阿塞拜疆可再生能源领域的发展作出重大贡献。”阿塞拜疆能源部部长沙赫巴佐夫介绍，阿塞拜疆已经与中国企业签署多项合同，涉及太阳能、海上风能、电池储能系统以及电网等领域。

沙赫巴佐夫透露，中国企业已签下阿塞拜疆2.3吉瓦的风电厂和太阳能电厂，以及2吉瓦里海海上风电项目的建设开发大单。其中，最具突破性的联合哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦的跨国项目——跨里海绿色能源走廊，将建设海上风电并连通欧亚电网。

预计项目建成后，东亚、中亚的绿电可经阿塞拜疆直供土耳其及欧洲市场，提供大规模的不间断的可再生能源供给。“阿塞拜疆与中国在可再生能源领域的合作，体现了两国在能源转型和绿色发展方面的共同愿景。”沙赫巴佐夫说。

作为跨里海绿色能源走廊这一项目的参与方之一，乌兹别克斯坦能源部部长米尔扎马赫穆多夫在演讲中同样提到了“绿色走廊”。

“我们推动绿色走廊同中国的能源系统对接，推动建立统一的丝绸之路能源空间，将东南亚和中亚连接起来。我们正在推动可持续发展的能源合作，这也符合上合组织各国的利益。”米尔扎马赫穆多夫表示。

“在能源转型和构建绿色经济过程中，中国是我们最重要的合作伙伴之一。我们用于绿色能源的几乎所有技术解决方案和设备，都来自中国。”

》2版

(相关报道见2版)

记者手记

理念照进现实的那一刻

□ 张海莺

中国宁波，究竟有何魅力，吸引了上合组织能源部长会在此举办。在宁波市海曙区龙观乡李岙村，记者找到了答案之一。

走进李岙村，家家户户屋顶的光伏板，在阳光下熠熠生辉。听完详实的讲解，一众参观的外宾代表纷纷点赞：从中国小乡村的光伏发展，看到了中国能源的“大故事”。正如上合组织副秘书长索海

尔·汗所言，“我为能源部长会议而来。但今天，我看到了理念落地的生动实践，这才是我们完成文书工作后的核心任务。”

李岙村以充满烟火气的乡村实践，雄辩地证明，零碳目标在广袤的发展中国家乡村，同样可以实现可感知、可复制、可推广的可持续发展模式。

这条山乡的实践路径，也许正是上合组织国家，尤其是广大新兴经济体所共同追寻的发展之道。

重点推荐

机器人加速“进化” 人机共生时代将来临

2版