

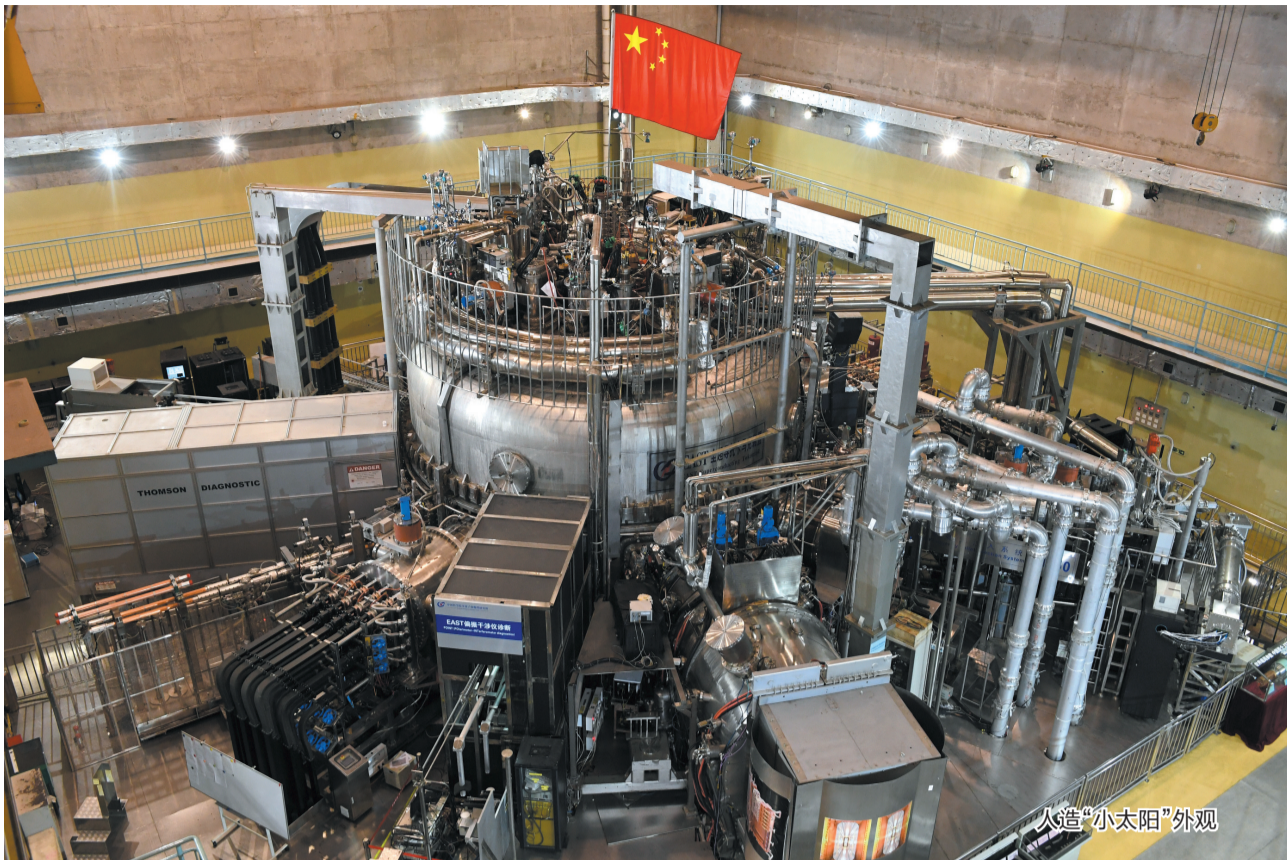


主办单位:安徽省档案馆

在安徽省档案馆,一份2013年由国务院印发的《国家重大科技基础设施建设中长期规划(2012-2030年)》档案,特别引人关注。《规划》在总体部署部分明确提出“完善提升全超导托卡马克核聚变实验装置的性能,积极参与国际热核聚变实验堆计划,保持我国在磁约束核聚变研究领域的领先地位;建设长寿命高效核废料嬗变安全处置实验装置,攻克核裂变能安全洁净发展的技术瓶颈;适时启动高效安全聚变堆研究设施建设,加快聚变能走向实际应用进程。”

彼时,合肥“科学岛”上的全超导托卡马克装置(EAST)已默默运行了七年。从“人造太阳”设想,到多次刷新世界纪录,一场追寻终极能源的梦想,正在这里逐步实现。

应征 吴笑文/文 马启兵/图



人造“小太阳”外观

档案中的“逐日”之路:

从“手搓线圈”到“亿度千秒”的中国攀登

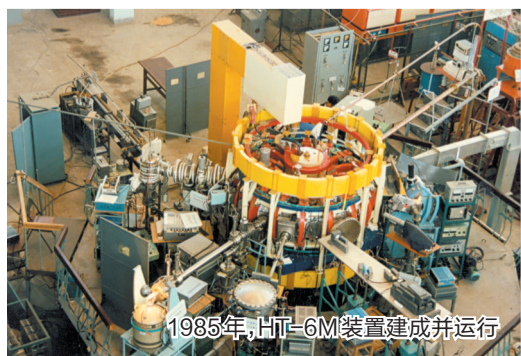
从“手搓线圈”到“东方超环”的诞生

万物生长靠太阳,可以说,太阳是地球最大的能量来源。它的巨大能量来自内部的核聚变反应。而“人造太阳”就是要在地球上实现可控的核聚变反应,追求“能源自由”。科学家想到编织一个“磁笼子”容纳高温、高压的聚变反应,这个装置运行的时间则是关键。

故事的开端,充满历史的厚重感。上世纪90年代。在经济条件非常困难的情况下,我国老一辈科学家用羽绒服、牛仔裤、瓷器等生活物资,换了苏联价值1800万卢布的T-7半超导托卡马克装置。在简陋实验室里,我国科研人员依靠自己的力量,手搓线圈,对T-7及其低温系统进行了根本性改造升级,运行时间仅以毫秒计。

面对国外的技术封锁和国内的技术空白,几代科学家开始了漫长的技术攻关。2021年6月7日,《中国纪检监察报》刊发《中国人造太阳是怎么造出来的》文章,详细记录了研发过程中核心技术突围的艰辛历程与战略意义:“1994年,我国第一个圆截面超导托卡马克核聚变实验装置‘合肥超环’(HT-7)研制成功,使我国成为继俄、法、日之后第四个拥有超导托卡马克装置的国家,也是我国建成并投入运行的首个超导托卡马克装置。”

在此基础上,科研人员整合国内资源力量,接连攻克了一系列“卡脖子”难题。2006年,我国完全自主设计、建造的世界首个全超导非圆截面托卡马克实验装置“东方超环”(EAST)建成,并在当年成功实现3秒的等离子体运行。



1985年,HT-6M装置建成并运行

从“3秒”到“亿度千秒”的稳态长跑

EAST的建成只是长征第一步。2006年以来,EAST已累计完成超15万次等离子体实验,通过开放共享的建制化管理模式,在稳态等离子体运行的工程和物理上持续保持国际引领。就长脉冲高约束模运行来说,已先后于2012年、2016年、2017年、2023年成功刷新30秒、60秒、101秒和403秒运行纪录。

2025年,EAST创造了一个新的世界纪录:实现了1亿摄氏度高温下,等离子体稳定运行1066秒。

1亿摄氏度突破1066秒,意味着什么?“亿度千秒”,是核聚变发电的一个“门槛”。而此前,世界上没有任何一个装置能够实现这一目标。中国核聚变科学家跨过了核聚变发电的重要“门槛”。

在2025年1月22日“央视新闻1+1”的报道《中国“人造太阳”创纪录!“亿度千秒”的背后与未来》中,中国科学院合肥物质科学研究院副院长宋云涛表示:“这是一个非常重要的里程碑,从



央视新闻直播截图

此将从前沿的基础研究转向工程实践,向聚变能应用迈进了一大步。‘亿度千秒’的难点在于,我们要把这一团火,相当于太阳表面温度的6到7倍,像火球一样的等离子体运送到上千秒,这应该是目前五十多年的研究中,从物理研究向工程实践迈出的坚实的一步。”

从“单一装置”到“产业集群”的生态跃迁

如今,在安徽合肥未来大科学城,集聚着中国核聚变研究的三大装置:全超导托卡马克装置(EAST)、紧凑型聚变能实验装置(BEST)和国家“十三五”重大科技基础设施聚变堆主机关键系统(CRAFT,学名“夸父”)。三大装置梯次布局、协同攻关,构建起从基础研究到工程化验证的完整链条,为核聚变技术的产业化筑牢根基。

“十五五”时期将是中国聚变能源发展的关键阶段,从实验堆到示范堆,从科学验证到工程实现。“从EAST模拟实验,到‘夸父’造部件,再到BEST演示发电,我们正稳步迈向聚变能商用发电。”宋云涛给出了时间表: BEST装置争取2027年底建成,之后开展燃烧等离子体物理实验,点亮第一盏灯。

比实验室内的突破更为深刻的,是实验室外的产业变革。

为攻克聚变研究中的“卡脖子”难题,从超导材料、大型磁体到精密部件,科研团队坚持“边建设、边研发”的攻关模式,推动核心技术不断突破。得益于这一进程,中国如今已成为世界上超导材料的最大出口国。

与此同时,聚变研究带来的“沿途下蛋”效应

持续显现。低温技术、等离子体技术、新材料、特种机器人等一大批衍生技术成功实现转移转化,广泛应用于其他工业领域。截至目前,安徽核聚变产业链的相关企业已超过200家。伴随大科学装置的“扎根”,一个全新的聚变产业集群正在安徽悄然崛起。

《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》明确提出推动科技创新和产业创新深度融合。围绕这一方向,合肥正持续打造聚变能产业集群,目前已形成涵盖上游超导线材生产、中游主机设备制造、下游设计运营等环节的全产业链布局,覆盖超导材料、磁体系统、真空设备等关键领域。

从档案中的国家规划延伸到合肥科学岛上EAST的第一次放电,从“3秒”到“亿度千秒”的每一次突破,再到未来大科学城的集群崛起,完整勾勒出一条将科幻变为科学的“逐日之路”。它超越了对清洁能源本身的寻求,更象征着对未知极限的挑战与探索。在这场漫长的科技长征中,安徽贡献的不仅是一个个世界纪录,更是一种以重大设施驱动、以产业集群支撑、面向未来产业的全新发展模式与可能。