

中国“人造太阳”将提前点亮

打破聚变能“永远50年”魔咒

01/ 安徽“跑出”可控核聚变独角兽

核聚变,指的是两个轻原子核结合形成一个较重原子核,同时释放大量的能量。它不仅驱动着太阳持续发光发热,更引领着人类探索新能源的梦想。

可控核聚变,被誉为“人造太阳”,以其独特优势吸引着全球目光。与化石能源、风能、水能等相比,它不受自然条件限制,可再生且清洁安全。一旦实现商业化,可控核聚变将带来稳定的电力供应,成为未来能源结构的关键支柱。

那场名为“碳中和与能源革命”的科学沙龙,会聚了国轩高科李缜、合锻智能严建文、蔚来汽车李斌等政企学界代表。提问和交流环节比原定时间延迟了1个多小时。

多年后,严建文履新,成为聚变新能(安徽)有限公司的董事长。

2023年5月,聚变新能(安徽)有限公司(以下简称“聚变新能”)正式成立。注册资本50亿,一年之后注册资本由50亿元增至145亿元。

聚变新能,是中国科学院合肥物质院等离子体物理研究所磁约束核聚变领域的唯一成果转化平台。其致力于将可控核聚变技术由科学实验阶段提升至高成熟度的工程实践和商业应用水平,这一目标无疑吸引了众多投资机构的目光。

第三方平台显示:聚变新能由合肥产投新能科技合伙企业、安徽皖能丰禾聚变科技合伙企业、中国石油集团昆仑资本有限公司、合肥科学岛控股有限公司和安徽省科创投资有限公司等6位股东共同持股。

聚变新能股东涵盖安徽省与合肥市国有平台、中央企业、中国科学院及社会资本。

02/ “人造太阳”进度刷新

在聚变堆园区14号楼的聚变创新展览馆,一张阶梯图展示了“聚变合肥中国方案”中国核聚变能研发“三步走”战略。

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指着“阶梯”告诉安徽商报、元新闻记者:全超导托卡马克核聚变实验装置(EAST)是基础,意味着人类首次在实验装置上模拟出未来聚变堆高效稳态运行必备的环境,验证了核聚变发电的可行性;紧凑型聚变能实验装置(BEST)项目将在EAST装置的基础上,将真实产生能量,为中国聚变能的发展做出前瞻性和开创性贡献;聚变堆主机关键系统综合研究设施(CRAFT)将是国际聚变领域参数最高、功能最完备的综合性研究及测试平台,将为聚变实验堆和工程堆核心部件的研发及建设保驾护航。

7月1日,安徽商报、元新闻记者跟随“活力中国调研行”安徽主题采访团,走进位于合肥三十岗乡的聚变堆主机关键系统综合研究设施园区,紧凑型聚变能实验装置(BEST)园区工程工地上机器轰鸣。

“现场装配的部件数以万计,总重高达6000吨,精度要求高,标准严苛。”紧凑型聚变能实验装置(BEST)园区工程有关负责人介绍,目前,BEST装置已启动工程总装工作,是装置建造过程中最关键的环节之一,要将包括超导磁体系统、磁体馈线系统、杜瓦、冷屏、包层以及偏滤器等在内的聚变堆“心脏”部件精确安装至主机基坑内。

目前,总装中首个需要落位的重要部件——杜瓦的施工也进展顺利,涉及其余6个任务段的施工准备工作正有条不紊地向前推进。

距此不远处的合肥科学岛,全球首台全超导托卡马克装置EAST坐落于此。装置直径达8米,重400吨,凭借其先进稳态长脉冲等离子体运行,创下了多项世界纪录。

1982年,李建刚踏上合肥“科学岛”,开始了“人造太阳”的探索。2006年,等离子体所建成全球首个全超导托卡马克装置“东方超环”(EAST),此后,EAST多次刷新世界纪录。

叶华龙说,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。

现在,聚变研究在基础科学上取得突破后,迅速转向

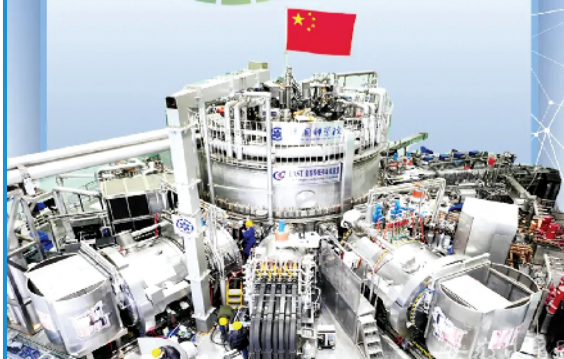
活力中国 调研行

2021年9月28日晚,时任中国科学技术大学校长的包信和在中科大东校区USTC1958咖啡馆举办了一场沙龙。在这场主题为“碳中和与能源革命”的讨论中,校长包信和院士转向中科院等离子体所原所长李建刚院士,抛出一个困扰几代科学家的问题:“我上学的时候就知聚变,现在我都快退休了,你说还有50年,我们到底什么时候能见证?”另一个现场的提问则更直指本质。

“可控核聚变在将来40年内是否有商业化可能?”李建刚在2015年当选为中国工程院院士,是中国磁约束核聚变学术带头人之一,负责了三代聚变装置的技术发展、实验计划的制定和实施,也是国家大科学工程“聚变堆主机关键系统综合研究设施”的总指挥。

近4年后,在合肥科学岛“人造太阳”EAST装置的不远处,紧凑型聚变能实验装置(BEST)项目工程总装工作比原计划提前两个月启动,建成后有望演示聚变能发电。

2025年以来,长期被称为“永远的50年”的可控核聚变取得了多个重大突破,实现可控核聚变商业化的时间周期可能因此缩短。



周继龙 / 图

工程实践。“BEST将在EAST装置基础上,首次实现聚变能发电演示。”严建文说道。前述聚变新能(安徽)有限公司正是BEST装置建设的实施主体单位。

严建文告诉安徽商报、元新闻记者,BEST核心目标是首次实现氦气燃烧等离子体的稳定运行并演示发电,填补从“实验堆”到“示范堆”的工程化空白。BEST项目的启动标志着我国在可控核聚变领域的技术突破和工程化应用迈入新阶段。

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户的国家“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。

4月25日在上海举行的“好望角科学沙龙”上,李建刚指出,预计可以在2027年建成紧凑型聚变能实验装置。“从实验装置到聚变实验堆、工程示范堆,再到聚变能原型电站,是中国磁约束聚变能发展的技术路线图。”

李建刚在活动中透露,紧凑型聚变能实验装置计划2027年建成,中国聚变工程示范堆(CFEDR)已启动方案设计。“中国聚变工程示范堆将完成从ITER到聚变原型电站之间的技术过渡和工业实践,演示聚变能持续大功率、安全和稳定运行的可行性。”

03/ 世纪之问背后的百舸争流

自1952年第一颗氢弹试爆以来,各国都在尝试将这项技术用于发电,但无一成功。“还有50年”成为行业长久以来的玩笑话。而近两年国内外主流核聚变项目不断刷新进度似乎正在打破这一魔咒。

2025年成为核聚变研究的爆发之年,商业化竞速也随之开启。尽管技术路线并不完全一致,但今年以来核聚变装置获得的突破性进展,已然让科幻叙事照进了现实。

行业认为,随着高温超导磁体等技术进步加速、国内外主流聚变装置不断取得阶段性突破、资本与政策的支持以及AI赋能,聚变研究正从“永远50年”进入“10~20年”窗口期,商业公司的高效运作或将进一步缩短时间。

据国家能源局官网披露,我国核能发展遵循了“热堆—快堆—聚变堆”三步走战略。在此背景下,越来越多的企业和资本开始入局攻关核聚变技术。

目前,中国在核聚变研究上形成了两股主要力量:由中国科学院合肥物质科学研究所和中核集团核工业西南物理研究院为主的“国家队”;另一边则是迅速崛起的商业化公司。2023年,中国科学院合肥物质院等离子体所在EAST的基础上,开始推进紧凑型聚变能实验装置BEST的建设。后者采用市场化模式建设、运作,聚变新能应运而生。

“国家队”建造的是“大型人造太阳”,为未来真正点亮“人造太阳”打基础、做准备。商业化企业则采取“小型人造太阳”的模式,通过开发小型、模块化的聚变反应堆,提供更低成本、更高效率的清洁能源。

2024年,科技部、工业和信息化部、国务院国资委等七部门联合发布《关于推动未来产业创新发展的实施意见》,明确提出要加强以核聚变为代表的未来能源关键技术攻关。这一顶层政策信号,被业内视为“吹响了我国可控核聚变迈向落地应用的冲锋号”。

各地也在迅速响应。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。

合肥市发展改革委综合性国家科学中心处处长李辰介绍,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,会聚了世界一流的人才。

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(曦合超导、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。

许多投资人都坚信,可控核聚变将是人类的终极能源。

安徽商报 元新闻记者 常诚 梁巍