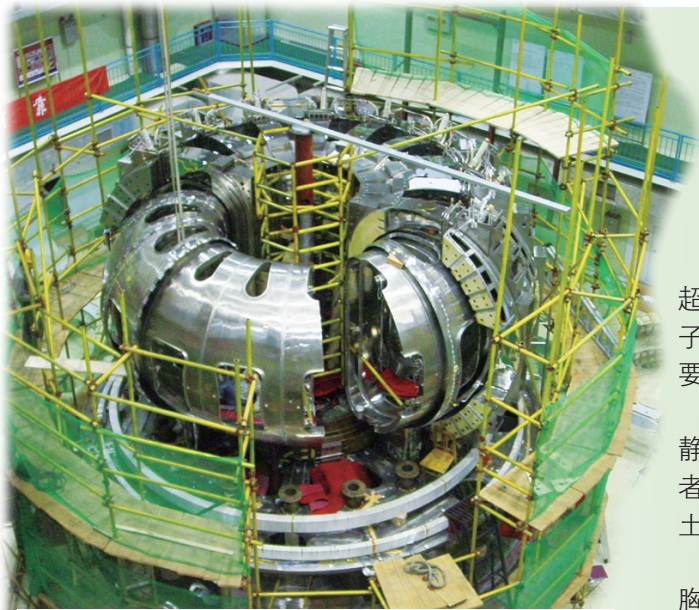




2005年3月正在总装的全超导托卡马克核聚变实验装置(EAST)。

接力“逐日”勇攀登

——走近中国“人造太阳”研究团队

四代科研工作者、12万多次实验、10余次创造世界纪录……中国有“人造太阳”之称的全超导托卡马克核聚变实验装置(EAST)屡获重大突破,今年4月成功实现稳态高约束模式等离子体运行403秒的新世界纪录,这对探索未来聚变堆物理基础问题,加快实现聚变发电具有重要意义。

“人造太阳”是事关人类实现“能源自由”、探索宇宙奥秘的远大事业。火热的事业,却起于安静之所——EAST大科学装置坐落于合肥西郊、远离喧嚣的科学岛上。50年来,一批批科研工作者心怀“国之大者”执着攻关,甘坐“冷板凳”。这个幽静之地,如今已成为国际科研合作交流的热土,不少海外科研人员把这里当成“家”。

所谓壮举,皆因奋斗;所谓奋斗,重在传承。四代科研工作者薪火相传、接力创新、勇攀高峰,胸怀“聚变能源梦”,向着人类美好未来勇毅前行。

几代人接续奋斗 一次次冲击梦想

万物生长靠太阳。太阳之所以发光发热,是因为内部的核聚变反应。实现核聚变的原材料在地球上极丰富,且排放无污染。如果能造一个“太阳”发电,人类有望实现能源自由。

“这么好的东西,为何不早点造出来?”中国工程院院士李建刚说,人类研究核聚变能源(以下简称“聚变能”)已70余年,“不是我们太笨,是太难!”

温度要达到上亿摄氏度,还要稳定持续。“地球上,什么东西能长时间装得下上亿度的‘火球’?”他说,这是全人类的挑战。

“这不是一两代人能完成,需要几代人坚持不懈、不计名利地做下去。”84岁的中国工程院院士万元熙说。

1973年,中科院启动建设“合肥受控热核反应研究实验站”,随后成立等离子体物理研究所(以下简称“等离子体所”)。

万元熙来到科学岛已有50年。来时这里条件艰苦,茅草一人多高,一下雨螃蟹、蛤蟆遍地爬,只有零星几个建筑。缺技术、缺经费、缺保障,万元熙从宿舍骑自行车到实验室要1个多小时,他跑了3年。

1981年,华罗庚先生从北京赶到合肥,为聚变能研究“八号工程”奠基,在“科学的春天”埋下“太阳”的种子。

“为理想不惜任何代价,不怕任何艰难。”怀揣爱国心,万元熙、李建刚、万宝年等“人造太阳”第一代、第二代科研人员“背着馒头出国学习”,参加国际学术会议坐在角落,但如饥似渴学习、不厌其烦请教。

边研发“太阳”,边实验点亮“太阳”。他们的实验室常年放着行军床,实验、分析、调试、拆解、组装、再实验,干到凌晨乃至通宵是常事。

“军大衣一盖就能睡着,实验喇叭一响马上就醒。”李建刚说,他与团队20年至少实验失败过5万次。

从几百万到上千万摄氏度,从三千万、五千万到上亿摄氏度,“逐日”攻关取得系列突破。

去年以来,宋云涛、龚先祖等“人造太阳”第三代科研人员带领青年团队,历经15个月顽强攻关,最终在4月12日21时达到稳态高约束模式等离子体运行403秒的新高度。

“跟跑、并跑”到“部分领跑” 奋力攀登新高度

高11米、直径8米,顶端飘扬着五星红旗……EAST装置形如巨罐,腹中大有乾坤。

“EAST集成超高温、超低温、超高真空、超强

磁场、超大电流等条件。”中科院合肥物质科学研究院副院长、等离子体所所长宋云涛说,尖端技术“熔于一炉”,体现国家综合科技实力。

“为达到超高温,EAST用4种大功率加热系统,相当于几万台微波炉一起加热。”等离子体所副研究员王腾说,地球上最耐热的材料只能承受几千摄氏度,为承载上亿摄氏度的高温等离子体,科学家用磁场做“笼子”,达到地球磁场强度约7万倍。

历经7年研发、17年改造升级,如今EAST拥有核心技术200多项、专利2000余项,上百万个零部件协同工作。

回首40多年前,初代装置HT-6B仅能实现等离子体运行,在国际上处于“跟跑”。

路遥而不坠其志。时任所长霍裕平等分析发展趋势,判断超导将是未来关键技术。经费紧张,他们用两火车皮羽绒服等物资,从国外换回超导实验装置,重新设计改造成新装置HT-7。

HT-7运行18年取得多项突破,2003年实现超过1分钟的等离子体放电,标志着我国实现聚变能研究从跟跑到并进的跃升。

研制HT-7后,等离子体所敢为天下先,提出建设国际首台全超导托卡马克装置设想,这在国际上尚无先例。那时宋云涛20多岁,出国求学时提及此事,他的外国导师直摇头:“中国不可能建成,你们不具备这个技术。”

“我还没出生时,中国的卫星就已经上天。我们几代人追这个梦,它一定会实现。”宋云涛说。

EAST的成功令人惊叹:2012年,实现411秒2000万摄氏度等离子体运行;2016年,实现5000万摄氏度102秒等离子体运行;2017年,实现101秒高约束模等离子体运行;2021年,实现1.2亿摄氏度101秒等离子体运行……

今年4月EAST创造新纪录后,英国原子能委员会主席伊恩·查普曼、美国通用原子公司副总裁韦恩·所罗门等人发来贺信说,这个重大成果给国际聚变研究带来极大信心,证明了“团队奉献精神和创新工作”。

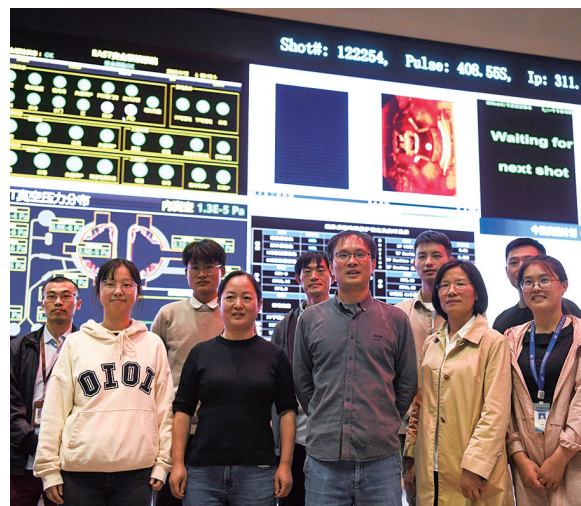
据了解,EAST国产化率超90%,80%的关键设备、材料自主研发,控制、加热、诊断等技术世界先进。

自立自强、勇攀高峰,一代代科研工作者的精神内核,支撑起中国“人造太阳”的强大内核。

合力点亮“太阳” 科技合作跨洲连洋

2020年7月,习近平主席向国际热核聚变实验堆(ITER)计划重大工程安装启动仪式致贺信时指出,科学无国界,创新无止境。国际科技合作对于应对人类面临的全球性挑战具有重要意义。

我国2006年签约加入ITER计划,等离子体



2023年4月12日,实验成功后,部分科研人员在全超导托卡马克核聚变实验装置(EAST)控制大厅留影。
张端 摄

所作为ITER中国工作组重要单位,先后派驻100多人到法国项目现场,承担导体、电源、总装等采购包任务,以优异性能通过国际评估,在参与ITER计划的国际七方中位居前列。

等离子体所研究员彭学兵说,他们为ITER做的一个线圈部件,从接到任务到交付做了7年。“有人说这是冷板凳,但是我们心里有团火,与等离子体‘火球’不断‘碰撞’。”

“‘人造太阳’研究,没有哪国能独揽一切,我们向全世界敞开大门。”宋云涛说,他们已与45个国家、120余个单位合作,每年约有500人次的外籍学者前来交流。

“我来中国已有30多次,在EAST上做实验,还会给岛上学生做一些讲座。”日本国立聚变科学研究所教授森田茂说。

“很难想象过去20多年,中国的聚变能研究如此突飞猛进。”ITER组织副总干事阿兰·贝库雷,20多年前读博时就曾来科学岛访问,他非常赞赏中国对聚变能研究坚定不移的支持。

“‘人造太阳’需要全球科学家历经多代人的艰辛,合作研究才能成功。”李建刚希望有更多年轻人加入。“能把人类梦想、国家需求和科学家兴趣完美结合,极其幸运!”

距EAST不远处,一个新大科学装置——聚变堆主机关键系统综合研究设施正在建设。下一代“人造太阳”中国聚变工程实验堆已完成工程设计,未来瞄准建设世界首个聚变示范堆。

“核聚变研究渐入佳境,接力棒已经交到我们这一代人手里。”“90后”博士后李克栋说,作为“人造太阳”团队中的第四代,他感觉到幸运、责任和机遇。“我们希望让聚变发电率先在中国实现,第一盏聚变能源灯在中国点亮!”

(据新华社 徐海涛 胡喆 朱青 陈诺 屈彦)