

造太阳的人

——记核工业西物院新一代人造太阳团队

本报记者 齐慧



人造太阳科研团队成员在“中国环流三号”中央控制大厅。 (资料图片)



新一代人造太阳“中国环流三号”。 (资料图片)

让更

当清晨的第一缕阳光照进核工业西南物理研究院聚变科学所时,新一代人造太阳的“家”开始热闹起来。这里就像一个大脑的中枢神经系统,大屏幕上的数据像一个个跳动的脉搏。坐在屏幕前,团队成员操控、记录、观察着“中枢神经”传来的一串串实验数据和图像……

“人造太阳”是要在地球上创造类似太阳内部的环境,模拟它发光发热的过程,并让这种反应持续稳定运行。火热的事业离不开这支平均年龄只有35岁的科研团队。他们逐梦核聚变前沿,相继取得多项重大科技突破。

科研工作是一项永无止境的探索和创新,这群追逐太阳的人正在点亮“亿摄氏度”理想。

探索未知

人造太阳并不是真的造一个太阳,而是利用太阳发光发热的核聚变原理,来解决人类能源问题。这种以探索清洁能源为目的的可控核聚变装置,被形象地称为“人造太阳”。

团队成员白兴宇说:“在可控核聚变领域,解锁‘亿摄氏度’高温,需要十八般武艺样样精通。”

今年3月28日,新一代人造太阳“中国环流三号”首次实现原子核温度1.17亿摄氏度、电子温度1.6亿摄氏度的重大突破。与此同时,还有一大批原创性、前沿性、突破性成果:高功率微波回旋管、高功率中性束注入加热系统投入运行,首次提出并实现了提高芯部能量约束的新方法,自主研发的聚变装置控制系统(CODIS)实现广泛运用……这一大批“中国智造”的背后,是科研人员数十年的持续努力。

2004年,白兴宇刚来西物院时,院里还没有中性束和电子回旋加热,只有一套老式的低杂波加热系统。“那套系统用的部件都是从国外几经辗转买回来的。”白兴宇回忆,“当时的主流思想还是造不如买,但我觉得要靠自己把加热系统做出来。”2009年到2020年,他们先后攻克了电子回旋各种传输部件等多项难题。从2020年开始,他们又盯上高功率微波回旋管,开启了一场以全套电子回旋系统国产化为目标的漫长“掘进”。

微波回旋管最核心的部分是一个高2米多、重达300余公斤的金属圆筒,团队成员习惯称其为“管子”。因为要发射高功

率毫米波,所以看似“笨重”的“管子”有着极为精密的内部结构。这对材料、加工和焊接工艺等都有严格的要求。“光物理的分析、研究,我们就花了3年多时间。怎么保证真空度,从设计到工艺,我们更是尝试了无数次。”白兴宇回忆。

4年多时间里,团队一边探索,一边优化。推倒重来成了家常便饭,撞墙碰壁更是数不胜数。从第1个到第2个,再到第3个、第4个,“管子”终于出现了有功率的迹象,团队开始针对第4号“管子”进行细心调试。

“当时真的很疲惫,那时候我们不知道它行不行,有时候一两个星期没有一点进展。”白兴宇感叹。这时候,集团学科带头人黄梅起到了重要作用。她顶着高温酷暑,带领团队进行调试。在调试期间,团队每天都要进行数百次“放炮实验”,每次都要采集数据,进行各参数的反复分析、比对,寻找调整方向。

“我们不怕坐冷板凳,我们只怕看不到希望,尤其还有那么多兄弟科室陪着我们一起调试。”白兴宇说这句话时,眼里泛起了泪光。经过反复尝试后,团队终于摸到4号“管子”能放功率的边界,“行不行”的问题得到根本解决。

今年3月28日,这根饱含团队心血的“中国管”与其他3根外购微波回旋管同台亮相,“中国管”第一次涉足亿摄氏度高温这一聚变前沿,而它只是团队“中国智造”的缩影。

用的方法去运行的,可试了上百次,温度就是上不去。”

作为团队里的小将,张均钊和他的小伙伴们同样为这一难题辗转难眠。团队的工作群里,全是大家甩出的文献、资料。

“那天晚上,我看张均钊在群里发了一个文献,还有好几段几十秒的长语音。”团队成员陈逸航说,“当时张均钊提出要突破常规运行区间,这确实给我打开一个新思路。”在达成简单共识后,张均钊第二天就提出初步方案。很快,这一想法在团队内部引发激烈讨论,经过几轮碰撞后,新的运行方案出炉。调整后的放电实验,离子温度不断上升,从4000万摄氏度跃升至6000万摄氏度。同时,团队还发现了关键的物理机制,即高能中性束穿透过深导致能量逸散的问题。

“我们一直有常态化讨论机制,大家从各个维度去思考、想办法。任何一种想法如果要上机做实验,你需要去说服大家,在团队中达成共识。”李波说。

由于实验时间紧迫,这群理工科青年常常争论得面红耳赤。等离子体诊断任务组成员蒋敏和朱毅仁提出“阶梯式匹配加热”构想;张均钊和他的小伙伴们共同设计出多参数协同调控模型;“00后”杨硕苏紧盯纷杂的光谱曲线解析原子核温度数据;中性束团队的罗怀宇创新提出加热功率的改进方案……

在无数次碰撞中,科研团队用120余天完成千余次方案迭代,引燃了中国核聚变“双亿摄氏度”高温。

协同合作

衡量核聚变装置及核聚变研究的水平,主要看3个参数:等离子体离子的温度、密度和能量约束时间。这三项参数的乘积达到一定数值就可以实现核聚变反应的“自持燃烧”,这就是著名的“聚变三乘积”。而新一代人造太阳团队也有着他们

自己的“聚变乘积”原理。

白兴宇回忆“双破亿”当天的情景时,一个细节引起记者注意:“您当时的第一反应,为什么是跑出去告诉电机、低温、水系统的同事们这个好消息呢?”

“因为他们不在大厅,但是他们也着急知道结果。”白兴宇不假思索地说,“大家都是主角,没有配角”,这或许就是人造太阳团队的“聚变乘积”原理。

作为“中国环流三号”激光散射系统研发团队的一员,“新时代青年先锋”翟文延说:“我们是这台装置的‘眼睛’,去追寻、辨别亿度高温下装置内的粒子轨迹;有人是‘心脏’,为装置点火,持续不断注入能量;有人是‘皮肤’,构建屏障,抵御极限;还有人是‘大脑’,综合、解析各类数据,运筹帷幄,临场决策……”也有人是“预备队”,在冲击“破亿摄氏度”的最后阶段,低杂波系统团队全员在控制大厅待命,跳动的数字搅动着他们的心。虽然最终他们并未获得系统注入实现“双亿摄氏度”的机会,但这群年轻人却异常开心:“没什么遗憾,这就是‘抱头痛哭’。”

作为一项庞大的系统工程,人造太阳的每一次实验都是多系统、多专业、多团队的协同作业。

在西物院的档案室里,珍藏着一番泛黄的铅笔手稿。这是已故中性束专家曹建勇研究员留下的中性束设计方案。纸页上层层叠叠的修改痕迹,仿佛还能看到他熬夜伏案的身影。“我们是在他的方案基础上,发展出现在中的中性束。”白兴宇动情地说。

数年间,中性束研发团队建成投运第二套高功率中性束注入加热系统,并实现单源最大束流超过系统设计目标。

如今,在“中国环流三号”的未来蓝图上,人造太阳团队的每个人都在放大、平衡自己所在的“参数”,协同相乘,书写属于他们的“聚变乘积”奇迹公式。

□ 本报记者 张淇

安全,又要推动绿色低碳转型,这需要每一位石油人的努力。

近年来,吉林油田积极推进绿色转型,在稳产原油的同时,大力发展战略性新兴产业。该油田开展CCUS(碳捕集、利用与封存)项目,将二氧化碳注入地下驱油,既提高了采收率,又实现了碳减排,同时大力发展地热能、光伏等新能源,相当于每年种植数百万棵树。这些减排举措的背后,是一个个像荣榕这样的碳管理工作者在默默奉献。他们用精准的监测数据支撑企业碳排放管理,用科学的核算方法摸清“碳家底”,用严谨的工作态度践行绿色发展理念。

提到荣榕,节能监测站站长才松林深有感触。“荣榕在岗位上,始终把‘精准’和‘责任’扛在肩上。”才松林介绍,荣榕的设备校准细致入微,数据核验一丝不苟,哪怕是毫厘间的波动都要追根究底,用严谨的态度守住了监测数据的“生命线”。这份不敷衍、不将就的较真劲儿,让才松林由衷赞赏。

今年编制年度碳盘查报告期间,荣榕面临一项重要任务:根据去年专家组提出的新要求,重新设计碳盘查报告模板。碳排放监测员赛事结束后,荣榕立即投入到新模板的优化工作中。

才松林表示,荣榕在模板改进过程中展现出高度的专业精神。“她不仅深入研究专家组提出的各项新要求,还主动调

研其他板块油田的先进经验,力求打造一个覆盖全面、考虑周全的标准化模板。”在连续多日的高强度工作中,荣榕坚持不断打磨和优化,最终完成的新模板获得了相关部门的认可。“她的这份踏实与专业,值得每一位同事学习。”才松林说。

“这个模板不仅能为后续盘查工作提供规范指导,更能帮助新人快速上手,减少摸索过程中不必要的损耗。”荣榕告诉记者,该模板的推广应用将为吉林油田剩余7家采油厂开展碳盘查工作奠定坚实基础,这份付出让她感到非常有价值。

如今,荣榕又开始钻研碳足迹领域。在她看来,这既是职业发展的新挑战,更是时代赋予的新使命。“我们要用数据说话,为油田绿色转型提供科学依据。”说着,她又埋首于那些记录着碳排放数据的报表。对荣榕而言,监测仪器上跳动的数字不再是冰冷的数据,而是油田绿色转型的脉搏。她和同事们正在用智慧和汗水,绘制着传统能源企业低碳发展的新图景,在这场绿色变革中展现着石油人的责任与担当。

近日,一群以“90后”为主的年轻科学家团队再次引发关注:北京时间9月17日夜间,由DeepSeek团队共同完成、梁文峰担任通讯作者的DeepSeek-R1推理模型研究论文,登上了国际知名学术期刊《自然》的封面。

自古英雄出少年。在人工智能领域大放异彩的DeepSeek团队并非孤例。“嫦娥”探月、“北斗”组网、“天问”探火……如今,在许多国家重大科技工程以及人工智能等新兴领域,青年科技人才已成为骨干力量,有的项目团队成员平均年龄30多岁。“十四五”期间,国家重点研发计划45岁以下青年科技人才担任项目负责人的比例达到43.3%。

不过欣喜之余,我们还要看到,当前我国青年科技人才培养使用还存在若干痛点、堵点。比如,职业早期科研支持不够、成长平台和发展机会不足、符合青年科技人才特点的评价机制不完善等。面向未来,如何让更多青年科技人才脱颖而出?

不拘一格大胆使用。青年时期是科研的黄金阶段,青年科技人才是最具活力的创新群体。有研究表明,自然科学家发明创造的最佳年龄段是25岁到45岁。玉不琢不成器,人不磨不成才。国家实验室、新型研发机构、国家重大科技任务等是培养青年创新人才的重要载体。让更多青年才俊崭露头角,就要给予他们更多的信任、更大的帮助、更有力的支持,敢于让其在任务中挑大梁、当主角。同时,还要努力为其搭建干事创业的舞台,大胆使用甚至破格使用优秀青年科技人才。

强化职业早期支持。目前,我国科研支持仍以竞争性的计划项目为主。由于早期科研成果不多、资历尚浅等原因,不少处于职业早期阶段的青年科技人才在课题申报中处于劣势。为此,既要努力提高职业早期青年科技人才科研支持的普惠性和稳定性,也要探索设立更有针对性的职业早期专项,支持青年科技人才独立牵头项目,尽可能激发其创新热情。

营造良好创新生态。青年科技人才的主责主业是科研。然而有关调查显示,近60%的青年人才认为,各类填表占用时间多;还有超过三分之一受访者表示,经费使用和财务报销也带来较大非学术负担。这提醒我们,科技项目管理要遵循人才成长和创新规律,大刀阔斧地削减不必要的事务性负担。此外,还有必要从深化人才分类评价改革、完善激励分配机制等方面综合施策,努力营造鼓励创新、宽容失败的文化氛围,让更多青年科技人才甘坐冷板凳、敢闯无人区。

青年科技人才精力旺盛、思维活跃、知识新颖,是科技创新的生力军。不断完善符合青年科技人才成长规律和科研规律的体制机制,必将激励更多青年才俊在建设科技强国的伟大事业中脱颖而出、建功立业。

本版编辑 王琳 美编 高妍

油田有了“碳管家”

测要领。

正是这种刻苦钻研的精神,让荣榕快速成长为碳监测领域的行家里手。她从最初分不清最新的监测设备,到现在能通过耗电量精准倒推碳排放量;从对采油工艺一知半解,到能准确识别井口逸散排放等关键环节。在她看来,每一次监测、每一个数据,都关乎油田的绿色发展。

这份专业与坚韧并非与生俱来。2024年红岗、新立两个采油厂开展的紧急碳排放监测任务,成为荣榕职业生涯中一次难忘的“实战课”。当时同在现场的张广超表示,面对时间紧、任务重的盘查要求,首次独立承担核算工作的荣榕遇到了不小的挑战——看看复杂的计算公式,这位刚接触碳盘查的新手一度无从下手,反复试算屡屡出错。“当时她确实遇到了瓶颈。”张广超回忆,“但她没有放弃,我们一边梳理公式原理,一边核对每一步计算逻辑,从基础概念到具体操作,逐项攻克难点。”经过连续数小时奋战,两人最终在深夜12点前完成了全部数据的精准核对,形成完整可靠的盘查结果。这次经历让荣榕跨过了碳排放盘查业务的门槛,深刻体会到严谨细致对于数据核算工作的重要性。

“全球气候变化日益严峻,作为能源企业,我们更要主动担当。”荣榕在工作中认识到,碳排放监测看似是数据记录,实则关系环境保护的社会责任。特别是对于油田这样的传统能源企业,既要保障国家能源

安全,又要推动绿色低碳转型,这需要每一位石油人的努力。

近年来,吉林油田积极推进绿色转型,在稳产原油的同时,大力发展战略性新兴产业。该油田开展CCUS(碳捕集、利用与封存)项目,将二氧化碳注入地下驱油,既提高了采收率,又实现了碳减排,同时大力发展地热能、光伏等新能源,相当于每年种植数百万棵树。这些减排举措的背后,是一个个像荣榕这样的碳管理工作者在默默奉献。他们用精准的监测数据支撑企业碳排放管理,用科学的核算方法摸清“碳家底”,用严谨的工作态度践行绿色发展理念。

提到荣榕,节能监测站站长才松林深有感触。“荣榕在岗位上,始终把‘精准’和‘责任’扛在肩上。”才松林介绍,荣榕的设备校准细致入微,数据核验一丝不苟,哪怕是毫厘间的波动都要追根究底,用严谨的态度守住了监测数据的“生命线”。这份不敷衍、不将就的较真劲儿,让才松林由衷赞赏。



荣榕在核对吉林油田新民采油厂碳盘查数据。 (资料图片)

让更