

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

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”。

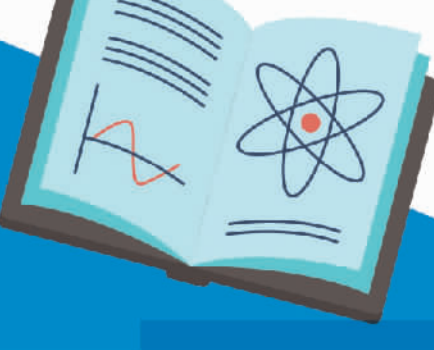
团队成员白兴宇说：“在可控核聚变领域，解锁‘亿摄氏度’高温，需要十八般武艺样样精通。”

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，但我们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



新三百六十行

油田有了“碳管家”

9月4日早晨7点50分，吉林油田扶余采油厂油水处理中心站内，身穿红色防静电工服的参赛选手荣榕步入全国碳排放监测员职业技能大赛实操赛场。面对三层楼高的锅炉，她需要在14分钟内完成烟气碳排放监测任务。

仪器预热必须精准至3分钟，荣榕半蹲在监测设备前，凝神屏息，细心旋开采样阀，同步记录环境温度与大气压力，将实测值快速换算为标准排放量。现场裁判手持平板电脑穿梭巡视，60多项评分标准织就严密的考核网。在部分选手因操作超时或设备校准漏漏被扣分时，荣榕却始终沉着冷静，最终凭借过硬的技术实力和稳定的心态斩获大赛铜奖。

随着“双碳”工作不断推进，“碳排放管理员”此前已成为人社部认证的新职业。碳排放监测员即为碳排放管理员职业的6个细分工种之一。中国石油和化学工业联合会预计，“十四五”期间我国“双碳”人才缺口达55万人至100万人，目前专业人才供给严重不足，在碳排放管理领域催生了巨大职业机遇。

“小荣刚接手这份工作时，经常抱着标准规范来请教。”吉林油田技术员张广超回忆，“有时为了搞懂一个排放环节，她能打十几个电话咨询不同采油厂的老师傅。”这股较真劲儿让同事们印象深刻——她会反复核对每个数据，多遍验算每个计算公式，笔记本上密密麻麻记满了各种工况下的监

率毫微米波，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都有着严苛的要求。“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，眼里泛起了泪花。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。

碰撞火花

人造太阳团队信奉，碰撞才能碰出真理的火花。

2024年12月初，在指挥控制中心的大屏幕前，每个人的心情都很焦灼。“当时无论我们怎么调整参数，温度就是突破不了4000万摄氏度。”运行控制负责人李波说，“我们当时是按照文献上的思路和国际上其他装置通

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，全是大家用出的文献、资料。

“那天晚上，我看张均钊往群里发了一个文献，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‘大脑’，综合、解析各类数据，运筹帷幄，临场决断……”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‘饱和式救援’。”

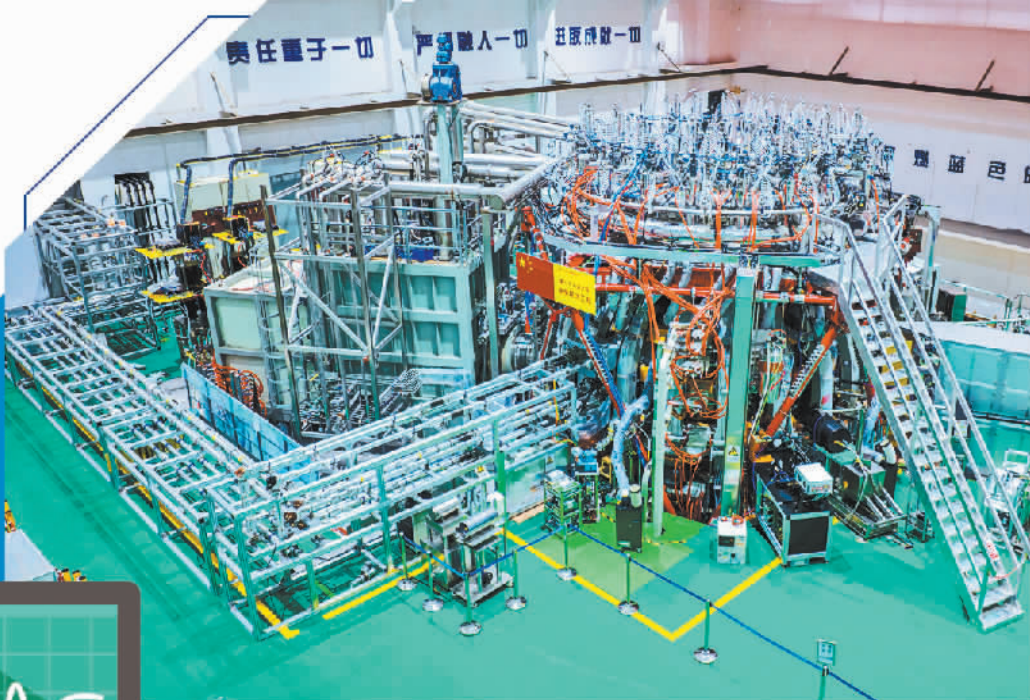
作为一项庞大的系统工程，人造太阳的每一次实验都是多系统、多专业、多团队的协同作业。

在西物院的档案室里，珍藏着一沓泛黄的铅笔手稿。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 洪



新一代人造太阳“中国环流三号”。（资料图片）

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日夜間，由DeepSeek团队共同完成、梁文锋担任通讯作者的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



荣榕在核对吉林油田新民采油厂碳盘查数据。（资料图片）

让更多

沈 慧