R创新谈

“灵晟”蝉联全球第一，含金量几何？

海 生

国产超算除了要追求峰值性能，更要落实高效、绿色、安全的要求，在服务“东数西算”工程、促进区域协调发展等方面多下功夫

近日发布的新一期全球超算500强榜单，国产“灵晟”超级计算机位列榜首。继今年6月“灵晟”首次登顶后，国产超算进一步巩固了领先优势，其双精度实测性能领先第二名美国“首长岩”超级计算机约21%。

超算被誉为计算机领域“皇冠上的明珠”、科技突破的“发动机”，在天气预报、工程仿真、材料科学、药物发现等领域有着广泛应用。因此，超算也是国际科技竞争最激烈的领域之一。上世纪80年代，我国引进的高性能计算机，被要求必须安置在一间透明机房内，钥匙由外方掌握，计算资料都要经过对方审批。这个“玻璃房”的故事一直激励着国产超算的发展。

此后几十年间，国产超算取得长足进步，曙光、天河、神威系列相继问世，使我国成为世界上少数具备研制高端计算机系统能力的国家。“天河二号”“神威·太湖之光”等国产超算更是多次位居全球超算500强榜首。但是随着外部环境发生变化，国产超算遭遇了严苛的技术封锁，成为受打压程度最严重的技术领域之一。面对挑战，我国超算并没有因此停滞。“灵晟”超算系统总设计师卢宇彤就曾撰文提及，“依靠长期投入、持续攻坚，重构出一条自主可控、安全可靠、可持续演进的超算技术发展路线”。

“灵晟”的系统性创新覆盖芯片、网络、存储、系统软件、应用生态等全链条。比如，它把矩阵加速计算单元引入CPU（中央处理器）内部，使其自带加速能力。这套方案在没有使用一块GPU（图形处理器）的情况下完成了“换道超车”，同时为下一代“超智融合”计算平台提供了全新的范式。再比如，通过国产高带宽内存、自研高速互联网络和全栈自主化软件，“灵晟”形成了从单点突破到系统集成的完整闭环能力，蝉联全球第一再次验证了整个系统的实测性能和稳定性。

除了“第一”本身，“灵晟”还有更多值得关注的亮点。首先，国产超算的“强”既应体现在性能上，也应体现在应用上。目前，“灵晟”已支撑22项千万核级全机规模应用，适配220余款领域应用。未来还要积极延伸产业链，推动数字经济与实体经济深度融合，不断把算力优势转化为发展优势。

此外，全球超算发展已进入了比拼架构创新、能效水平和生态度的新阶段。国产超算除了要追求峰值性能，更要落实高效、绿色、安全的要求，在服务“东数西算”工程、促进区域协调发展等方面多下功夫。面向未来，用好因地制宜方法论，国产超算不仅将推动我国计算产业的长足进步，也将继续为推进数字中国建设、促进新质生产力发展作出实际贡献。

R深度观察·挑大梁、当主角，我们有信心

中核集团中国辐射防护研究院前沿中心总工程师赵日

国家所需，就是科研所向

本报记者 谷业凯

今年4月，2026年度中国青年五四奖章暨新时代青年先锋奖评选结果揭晓。中核集团中国辐射防护研究院（以下简称“中辐院”）前沿中心总工程师赵日凭借在辐射剂量学、辐射探测等领域的突出贡献，获得2026年度中国青年五四奖章。此时距离他从清华大学博士毕业入职中辐院，只过去8年。

8年来，赵日瞄准世界性难题，建立起国内唯一、国际领先的伽马射线探测分析技术；同团队一起研制出国内首个人体放射性活体测量商用系统，累计创造经济效益上亿元；他们还紧跟核医学产业趋势，研发对标国际顶尖水平的核药个体化剂量评估系统……频频“出成绩”的背后，是一个坚定的信念：“国家所需，就是科研所向。”

“就像上学时数学考试最后一道大题，我就喜欢做难题”

2006年，赵日考入清华大学工程物理系核工程与核技术专业，适逢该系建立50周年。上世纪50年代，为培养原子能科技人才，清华大学启动原子能新专业筹建工作。一代代学子以国为家、为国奉献，把个人理想追求同国家民族命运结合起来。

“暑期实践期间，我去过负责我国第一代核潜艇研发实验的四川909基地，也到访过我国第一座铀浓缩核工厂甘肃504厂等，还去过清华大学的‘200号’基地。许多老学长从20多岁起便扎根大山深处、戈壁荒原直至退休，他们不慕物质享受，放弃优越条件，一辈子只干一件事的坚守精神，给我极大触动。”赵日说。

在校期间，赵日学习刻苦、成绩优异，以专业第一名的成绩进入清华大学核科学与技术专业攻读博士学位，研究方向为辐射防护。工作生活步伐一直都按部就班的他，却在毕业时作出了一个不同寻常的选择——去山西太原的中辐院工作。

之所以做出这个选择，赵日认为，应该坚持把所学与所用结合起来，从基层的科研岗位做起。

辐射防护在核工业中发挥着基础性的安全保障作用，虽然与核反应堆工程等专业相比，时常居于幕后，却至关重要。赵日来到中辐院后，单位充分重视，在安家、科研启动等方面给予一系列具体支持。

怀揣做“大科研”的理想，现实却给赵日浇了一盆冷水。与在高校经常做的理论研究不同，企业科研更多以现场需求和落地应用为导向，“很多时候是在处理一些事务性工作，解决工程中的实际问题。比如，去核电厂调试辐射测量软件，去产业链上的企业维修辐射防护设备等。”赵日说，具体工作虽然琐碎，却也让自己明白：科研不能仅追求深奥的理论或“炫技”，关键是开发的技术和产品要好用、管用、可靠性高。

机会总会等待有准备的人。一次，国内一家核电厂进口的辐射测量软件出现故障，对方希望中辐院能做出一款国产软件，院导师刘立业将该项目交由赵日负责。“这既是对我的信任，也是为了教会我们青年科研人员在实战中解决实际问题。”赵日表示。

开发辐射测量软件是一项从无到有的工作。国内没有相应产品，中辐院也没有基础，“上手”难度很大。赵日却不惧挑战：“就像上学时数学考试最后一道大题，我就喜欢做难题。”

他拉着行李直接驻守核电厂，边学边做，攻克了程序接口开发、数据库建设等难题。无经验可循，他就自己啃编程手册；为安装硬件，他直接趴在地上接线路、调接口；遇到困难，他反复查找资料和调试，走出技术盲区……

最终，赵日成功交付软件，实际效果优于当时已经使用了十几年的国外产品，将原本两人操作、每次运行15分钟的作业过程，优化为一人全自动操作、仅需1分钟。解决实际问题的经历，让赵日获得了前所未有的成就感，也坚定了他继续深耕行业、做深技术的决心。

“将科研攻关重点放在解决实际问题上，确保成果能快速落地并得到反馈”

踏上科研路，赵日做好了“坐冷板凳、啃硬骨头”的准备。如果说研发软件只是“小试牛刀”，那么攻克伽马射线能谱解析技术则是赵日面对的第一次大挑战。

伽马射线能谱解析是核设施运维中识别放射性核素最基本、最重要的手段之一，仅被少数国家掌握。国内核设施使用的伽马能谱分析产品长期依赖进口，国外仅提供封闭的软件模块，并不开放核心技术。

赵日介绍：“每种放射性核素发出的伽马射线都有特定的能量，就像人的指纹一样独一无二。伽马射线能谱解析技术通过分析射线的能量和强度，就能搞清楚探测对象里有什么放射性物质。”

“国外技术起步于上世纪50年代，积累深厚，当时我却很难从已有资料中去找到现成的开发经验，只能靠反复测试、多轮改进。”赵日回忆，相关识别准确率一度卡在60%至70%，很难继续提升。

“我在读博期间虽然也做过一些研究，但工程问题的真正卡点还是在于底层理论机制与数学模型上。”明确目标后，赵日从源头出发，巧妙地将数学中的稀疏信号理论迁移到伽马射线能谱解析技术中，并进行适应性改进，实现了从模糊信号中精准识别放射性核素“指纹”。



①

“这是前人没用过的一种技术方法，当然也不是‘照搬’过来就能用的。”赵日介绍。

正是这一突破，让我国的核探测技术实现了弯道超车。“我们的伽马射线能谱解析技术应用了人工智能、深度学习等新技术成果，在性能上已全面超过国外产品。”赵日介绍，目前，该技术已集成到各类硬件产品中，广泛应用于核工业领域，创造经济效益上亿元。

2020年起，赵日与研发团队又将目光瞄向人体体内放射性污染检测领域。“这是一种集成化的测量系统，类似于机场安检仪。”赵日介绍，这一次，他们更关注实际应用。

“初期测量速度需5至10分钟。我们引入聚类分析等数学手段，大幅减少所需采集数据量，最终实现最快30秒至1分钟的快速筛查；若判定有污染，再进行3分钟的精细测量，符合现场应急需求。”目前，中辐院研发出的商用装备已在秦山核电站、上海肺科医院等单位落地应用。他们还开发出车载式移动测量系统，实现了技术的快速筛查与精准测量相结合。

随着放射治疗、CT、核药等核技术在医疗中的应用增加，我国对射线精准控制的需求日益迫切，但此前缺乏系统的辐射剂量研究。

在掌握核工业辐射防护技术基础上，赵日和团队探索将辐射测量、计算能力应用于核医疗产业。

他带领团队开发出用于放疗前模拟测量的硬件产品，可作为患者躯干的替代品进行照射测试，空间分辨率达0.1毫米，成为山西省首个获得该领域第二类医疗器械注册证的设备，今年10月已获批上市。

“紧密关注行业现状与现场需求，将科研攻关重点放在解决实际问题上，确保成果能快速落地并得到反馈。这是我从事应用型科研的心得。”赵日说。

②

“做科研是比较枯燥、需要毅力的”

赵日说，自己的科研进展与长期稳定支持密不可分。近年来，中核集团设立“青年英才”项目，采用类似国家自然科学基金的滚动支持模式。“周期为2至3年，每轮经费约150万元，我已连续获得3轮支持。”他说。

在中辐院，前沿中心与科创空间组成的“科研双特区”，是激发创新活力的重要载体，赋予科研人员充分自主权，使其可根据研究方向和兴趣临时组队，为长周期、高风险的创新项目提供了资金和组织保障。如今，赵日所在的团队已有30人左右，包括8名组员、多名硕士博士以及十几名软硬件工程师。“成员灵活组合，打破了传统的科研组织模式，有利于软件、硬件、医学等跨学科协同创新。”赵日说。

“更好发挥青年科技人才作用，关键是打破单纯以文章、专利论英雄的短期评价模式。”赵日认为，探索实行长期主义与“一人一策”个性化培养模式，让适合理论研究、工程性工作或策划组织管理的人才都能找到适宜自身的成长路径，给予青年科技人才在重大项目中挑大梁、当主角的实战机会。

谈及未来，赵日将目光投向核技术应用领域。“技术一直在更新迭代，科研没有终点。现在人工智能发展很快，如何将人工智能与辐射防护结合起来，就是一个全新的课题。”他说。

“做科研是比较枯燥、需要毅力的。在技术突破以前，可能长期处于停滞状态，非常煎熬、非常孤独。”赵日说，科技创新没有止境，自己的科研成就感更多来自解决了多少实际问题。

图①：赵日在操作辐射测量设备。

图②：赵日（左）与团队讨论核医疗中的剂量学技术。

以上图片均为**中核集团**提供

本版责编：喻思南 版式设计：张芳曼

R我身边的最强大脑

把经验翻译成电力求解器听得懂的语言

彭超逸

每天清晨，南方五省区数以千计的发电机组都面临一道“必答题”：怎样安排出力？如何在保障电网安全的同时，让发电成本更低、清洁能源得到更充分利用？

解开这道题，离不开一款叫“求解器”的基础软件，它能把复杂现实问题抽象成数学模型，在海量方案里快速找出最优解。我们团队研发的“大瓦特·天权”电力求解器，就是为此而生的“智慧大脑”——综合考虑不同发电机组的成本、出力和启停限制，以及输电通道的承载能力，找出经济合理的方案。如今，它正支撑着南方区域电力市场稳定运转。

这道题有多难？南方区域电力市场覆盖广东、广西、云南、贵州、海南五省区，涉及火电、水电、新能源等多种电源，模型节点超过7000个，出清变量约450万个，测算下来可选方案的组合数为万亿级。要从中挑出安全又经济的最优解，对求解器的性能提出了极高要求。

2018年，我们组建了一支年轻的攻关团队，向电力求解器发起攻关。难题随之而来：面对如此庞大的计算规模，怎样才能让求解器既算得快，又算得准？

起初，我们尝试从已有研究中寻找答案。团队翻阅数万页论文资料，验证各种优化方法。但不少方法放到南方区域电力市场的实际场景中，效果却十分有限。第一次用“天权”原型计算一个案例，竟花了2万多秒。看到这个结果，大家心里都压上了一块大石头。

难道只能在通用方法上反复尝试吗？长期与电网打交道的经历给了我们启发：电力系统有自身的运行规律，调度人员积累了丰富经验，能否把这些经验“翻译”成求解器听得懂的数学语言，帮“天权”少走弯路？

知易行难，要把调度经验拆解成计算机能理解的模型和算法，电力、数学、计算机等不同领域的人得反复磨合。我们一边请教一线调度人员，梳理电网运行规律，一边让“天权”反复计算真实案例，找到哪里慢、为什么慢，再逐行检查代码、优化算法。

在一次次测试、分析和修改中，团队逐渐找到了电力专业知识与数学算法的结合点：“天权”的性能累计提升11倍，达到了国际一流！看到多年的积累转化为实实在在的进步，我们倍感振奋。

算得快只是第一步，能不能稳定用于生产，还要经受更严格的检验。我们从南方电网各级调度机构、电厂、变电站的真实数据构造案例，让“天权”先在一线“陪练”，再双轨运行、持续优化。历经近两年，“天权”正式转为主用求解器，自2025年6月起支撑南方区域电力市场24小时不间断运行，经受住超强台风、超长假期、负荷新高等考验。2026年10月，南方区域电力市场转入正式运行，“天权”也迎来新的考场。

这颗“智慧大脑”，一头连着电网安全，一头连着能源转型。随着新能源加快发展，电力系统的运行条件更加复杂，市场出清对计算规模、速度和可靠性的要求也在不断提高。我们将继续从生产实践中寻找问题，把电力专业知识与先进计算技术结合起来，让“智慧大脑”释放更大能量。



彭超逸近照，AI修饰生成素描画

（**作者为中国南方电力调度控制中心自动化处处主管，王云杉、薛子怡**采访整理）