

“四深”领域这样创新②

与“中国天眼”一起仰望星空

本报记者 杨俊峰

我们头顶的浩瀚星空，到底藏着什么秘密？宇宙深空，是否孕育着人类发展新的机会？

层峦叠嶂，翠林如海。在贵州省平塘县的大山之间，一座恢弘大气的单口径球面射电望远镜静静伫立，凝望星空，带着人类的好奇和期待，探寻百亿光年之外的射电信号。

“中国天眼”全称是500米口径球面射电望远镜，简称FAST。FAST采用全新的设计理念，是当今世界最大的、最灵敏的单口径球面射电望远镜，能够在无线电波段搜索来自百亿光年之外的微弱信号。

近日，本报记者采访了“中国天眼”FAST总工程师姜鹏。作为守护“中国天眼”的“追星人”，姜鹏的主要研究方向为射电天文技术与方法，目前全面负责“中国天眼”运行和发展规划的相关工作。让我们听听姜鹏与“中国天眼”一起仰望星空的故事。

给FAST造一个“视网膜”

2009年，31岁的姜鹏刚刚博士毕业，意气风发。

此时，他站在了人生的十字路口：一种选择是继续从事博士专业方向的深入研究；另一种是选择一个全新有挑战性的科研工作。

正犹豫时，姜鹏看到了“中国天眼”的招聘信息，瞬间来了兴趣。

“当时在我看来，‘中国天眼’的建设非常大胆，极具挑战性。”姜鹏对本报记者说，FAST望远镜几乎满足了自己对一个传奇工程所有的期待和设想——最大的工程体量、超高的精度要求、极其特殊的工作方式，这些构成了工程领域前所未有的技术挑战。

“我特别想知道这个项目准备如何实现，所以就加入这个勇于创新的团队。”姜鹏说。

毫不犹豫地投递简历之后，姜鹏顺利成为团队中的一员。此后他便一头扎进贵州的大山深处，开启了与FAST相伴的14年人生。

FAST的建设有多难？

它不仅涉及天文学、力学、机械工程、结构工程、电子学甚至岩土工程等几十个不同专业领域，且关键技术无先例可循，关键材料急需攻关，现场施工环境也非常复杂。

对于FAST团队而言，FAST的建设是“摸着石头过河”，如何设计、如何实现，建成之后如何调试和使用……所有难题都只能靠建设团队自己解决。

“这比我们一般认知的工程项目难太多了，很多事情都没把握。”姜鹏说。

在FAST建设的初期，姜鹏接到的第一个任务，就让他感到了压力。“当时FAST工程首席科学家兼总工程师南仁东老师问我，敢不敢承担FAST建设的重点任务——索网工程。”姜鹏说，“简单来说，就是给FAST这只‘天眼’装一个‘视网膜’。由于我的专业是结构力学，所以这个重任就交到了我手上。”

不同于世界上已有的单口径射电望远镜，FAST的“视网膜”——球型反射面，是一张由6670根钢索编制的索网，它需要在球面和抛物面间频繁进行变化，从而对天文信号进行收集和观测。这对支撑FAST这口“大锅”底部的钢索索网提出了非常高的要求。索网工程是FAST反射面实现变位功能的核心部件，也是施工的核心技术难点。

“一个500米跨度的望远镜，控制精度却要达到2毫米，到底怎么实现？”带着南仁东老师布置的课题，姜鹏反复琢磨，下决心做好这个没有先例的建设工程。



图①：这是一张拼接照片：依次为“中国天眼”拼装第一块反射面板（左上，2015年8月2日摄）、“中国天眼”反射面板安装近半（右上，2015年12月16日摄）、“中国天眼”反射面板安装近八成（左下，2016年3月9日摄）、维护保养期间的“中国天眼”（右下，2022年7月21日摄）。

新华社记者 欧东衢摄

图②：姜鹏在“中国天眼”检查设备情况。

资料图片

图③：“中国天眼”的科普介绍。

资料图片



“中国天眼”是南仁东留给祖国的骄傲

1993年，国际无线电科学联盟大会在日本京都举行，南仁东也去参加了大会。

在现场，有科学家提出，在全球电波环境继续恶化之前，人类应该建造新一代射电天文望远镜，接收更多外太空的讯息。

听到这个消息，时年近50岁的南仁东兴奋不已：“如果能抓住这个时机，中国的天文学研究就有可能领先国际几十年。”“建造新一代射电天文望远镜”这个大胆的想法油然而生。一向低调的南仁东坐不住了，跑去找到中国参会代表吴盛股，激动地说：“咱们中国也建一个吧！”

然而，对上世纪90年代初的中国而言，大射电望远镜的建设计划，大胆得近乎疯狂。无论地质条件、技术条件，还是工程成本都难以达到。因此，几乎所有业内专家都不看好这个项目。

尽管如此，天生倔强又爱迎接挑战的南仁东，决定坚持这个计划。对南仁东而言，最艰难的是申请立项那段时间，他深知之前的选址和论证环节，已耗尽了大家数年时间精力，接下来立项必须成功。否则，便意味着之前的所有工作都是白费。

于是，南仁东开始自掏路费，从东北到东南再到西北，一家单位一家单位去谈。最终，在他的努力下，厚厚的立项申请书上出现了20多个合作单位的名字。为找到一个合适的台址，南仁东用了10余年时间走遍贵州的山山水水，实地考察了十几个窝凼。

终于，2007年7月，FAST作为“十一五”重大科技基础设施正式被

国家批准立项。从那一天起，FAST就如同其英文缩写的含义（快速）一样，开始了快速建设之旅。

“南老师当时对我说，中国的射电天文学研究起步比国际上其他国家晚了许多年。起步比别人晚，就要比别人花多点时间、走得快一点，否则永远赶不上。”回忆起南仁东，姜鹏给本记者讲了这样一个故事。有一次，姜鹏项目组遇到一次比较大的变动，南仁东把他叫到办公室问：“姜鹏，你说你一个刚毕业两年的小年轻，我能完全相信你吗？”姜鹏沉默了半晌，一字一句地回答：“南老师，我觉得你可以信任我。”

在FAST建设启动后，南仁东逐渐把调试和运行“中国天眼”的重任，交给FAST的新一代年轻科学家和工程师们。2016年9月25日，“中国天眼”正式落成。1年后，南仁东因病去世，享年72岁。姜鹏说，“中国天眼”，是南仁东留给祖国的骄傲。南仁东还有几句诗，写给了他自己，以及自己最爱的祖国：

“美丽的宇宙太空，
以它的神秘和绚丽，
召唤我们踏过平庸，
进入它无垠的广袤……”

FAST建成后，很快进入调试阶段，姜鹏接棒南仁东成为第二任总工程师，继续带领团队攻克一道又一道难关。

在他看来，这是一个没有硝烟的战场。FAST全新的设计理念注定了团队不可能有任何成功的经验可供参考，他们必须建立适用于FAST特殊工作方式的测量控制方法体系。为此，姜鹏连续3个春节带领团队奋战在项目现场。

2019年春节，在别人万家灯火的时候，FAST团队几乎每天都要工作到凌晨三四点。有位核心成员为了保证项目进度，没时间回家，甚至把怀孕的妻子接到现场照料。



近年来，“中国天眼”在快速射电暴起源与物理机制、中性氢宇宙研究、脉冲星搜寻与物理研究、脉冲星测时与低频引力波探测等方向持续产出成果，极大拓展了人类观察宇宙视野的极限。



什么是“中国天眼”？

“中国天眼”是目前世界上最大、最灵敏的单口径射电望远镜，它能看穿130多亿光年的区域。“中国天眼”于2016年9月25日落成启用，于2020年1月11日通过国家验收正式开放运行。自启用以来，“中国天眼”取得了一系列重要科研成果。

FAST建设调试快速成功，离不开背后的科研团队和建设团队十年如一日奋斗在科研一线的执着和热情。

说起自己的团队成员，姜鹏开玩笑说：“我们是一群只知道干活，不知道其他的‘傻小子’。有一句最能体现我们团队精神的话，那就是——一群‘傻小子’靠着自己的‘傻’劲把事儿干成了！”

姜鹏认为，科研工作有3个特点，首先是不一定能成功，但是“不成功”的科研不一定不是好科研，科研就是要去探索一切可能性，不断试错。其次是工作时间和周期很长，不能急功近利，需要沉住气、耐下心，精益求精打磨才能有所进展。“我们不能总是放大1天时间的作用，而忽略1年时间积累的力量。”姜鹏说，“只有方向选对，持续坚持，随着时间的推移，你会发现，持之以恒者会把随波逐流者和急功近利者甩出很远。”科研的第三个特点是科研工作者必须坚持在一线，一线才是科研工作者的阵地和战场，是他们应该常驻的地方。

“作为一名科研工作者，我认为最重要的品质是求真和务实。很多科研工作不是立马就能见到成效，这就需要我们的科研人员，忍受得了长期寂寞，坐得了冷板凳，这些都是科技工作者尤其是在一线的奋斗者们需要具备的优良品质。”姜鹏对本报记者说，“科研一线是产生科学价值的前沿阵地，我认为要保证一线科研人员的热情，这是非常重要的。我现在努力在做的就是让更多优秀的科技人才安心、有意愿地留在科研一线。”

谈起“中国天眼”团队奋斗的感受，姜鹏在十四届全国人大一次会议第二场“代表通道”的采访中说：“我们目光之所及是星辰大海，但我们走过的每一寸路都是脚踏实地。”

保持清醒才能持续领先

有天文爱好者曾经好奇地问，FAST到底“快”在哪里？

FAST快，在安全高效，没有延期一天。工程建设从2011年3月5日开工报告批复之日起，到2016年9月25日如期竣工，历时2011天，全程没有出过重大安全事故。

FAST快，在调试阶段就已开始进行早期科学研究。在不断校准“中国天眼”的“视力”过程中，中国天文学家们争分夺秒地开展科学观测。在望远镜还不能移动的情况下，他们就采用漂移扫描的方式，让地球自转带着“中国天眼”巡天。建成还不到一年，FAST就实现了精确跟踪观测模式，验证了它超高的灵敏度和望远镜效率。

FAST快，在调试阶段就开始系统发现新脉冲星。这归功于科学团队提前准备，对团队成员进行了相应的观测及数据处理训练，开发了数据处理软件和数据库……

FAST到底强在哪里？FAST的关键技术成果可应用于诸多相关领域，如大尺度结构工程、公里范围高精度动态测量、大型工业机器人研制以及多波束接收机装置等。

FAST把中国空间测控能力由地球同步轨道延伸至太阳系外缘，将深空通讯数据下行速率提高几十倍。FAST将脉冲星测时精度提升数倍，可以观测构建国际上最精确的脉冲星计时阵、建造脉冲星钟，为自主导航这一前瞻性研究打下基础。

作为一个多学科基础研究平台，FAST凭借其超强的灵敏度，有能力将中性氢观测延伸至宇宙边缘，观测暗物质和暗能量，能研究极端状态下的物质结构与物理规律；有望发现奇异星和夸克星物质，发现中子星以及黑洞双星，无需依赖模型精确测定黑洞质量；可用于搜寻识别可能的星际通讯信号，寻找地外文明……

近年来，基于FAST开放数据产出的高水平论文已经超过150篇，发现的脉冲星总数超过780颗，是国际上同一时期所有其他望远镜发现脉冲星总数的3倍以上，在脉冲星物理、快速射电暴起源、一系列的形成和演化等领域产出一系列具有国际影响力的科研成果，有多篇论文在《自然》杂志上发表，有2篇论文在《科学》杂志上发表，其中一篇关于快速射电暴的成果入选《自然》、《科学》评选的2020年世界十大科学发现和突破。

在姜鹏看来，天文学是浪漫的，可是天文仪器领域的竞争却是残酷的。姜鹏对本报记者说：“天文学竞争还是相对激烈的，我们要有危机意识。如果把视线方向调向未来，我们要保持足够的清醒，扎扎实实解决关键问题，不断提升望远镜的性能，只有这样才有可能在日趋激烈的国际竞争背景下保持FAST来之不易的领先优势。”

谈及如何延续FAST的辉煌，姜鹏说，首先要持续提升FAST的性能。对FAST这种望远镜来讲，提升性能包括几方面，一方面是它的视场覆盖范围，需要在接收机技术方面有所突破，目前，正在努力地攻关。同时，从单口径望远镜来讲，在分辨能力上还是有它的局限性，所以阵列望远镜的推进，可能是一个很好的解决方案，需要找一个性价比很高，同时又具备优良性能的阵列方案。估计2023年或者2024年会启动先导阵列的一些试验，验证先导阵列方案的可行性，包括做一些技术储备、成像能力、综合口径成像测试。

说起“中国天眼”团队奋斗的感受，姜鹏在十四届全国人大一次会议第二场“代表通道”的采访中说：“我们目光之所及是星辰大海，但我们走过的每一寸路都是脚踏实地。”



图为从空中俯瞰“中国天眼”。

新华社记者 欧东衢摄