

观天巨眼 FAST: 让中国射电天文领先世界二十年



新华社发

◎本报记者 何星辉
实习生 周泓汛 张华

紧闭的电动门，挡住了去路，“正在观测”的警示牌格外醒目。这是贵州平塘大窝凼——“中国天眼”所在地。

谁能想到，20多年前，这里还是一个个人迹罕至的地方。而今，大山环抱之下，一个“观天巨眼”静卧在大窝凼里，仰望苍穹，以“一眼千年”的神技独步世界。

“中国天眼”的学名是500米口径射电望远镜（FAST），其发射面积相当于30个标准足球场那么大。如果在里面倒满矿泉水，全世界70亿人平均每人可分4瓶。

作为目前世界上最大、最灵敏的单口径射电望远镜，它让中国在射电天文领域领先世界20年。从跟跑到领跑，这背后，是中国不断崛起的科技力量。

造“锅”：历时22年建 成观天巨眼

意大利天文学家伽利略首次发明了望远镜，把宇宙拉近到人类面前。射电天文学则让人认识到另外一个全新的世界，一个不能由人的感官所感受的全新世界。

20世纪30年代，射电天文学兴起。继美国工程师央斯基发现了发射自银河系中心的无线电波后，美国科学家格罗特·雷伯在自家后院架起专门的天线，用以探测来自天空的射电，被星际尘埃遮蔽的广阔太空世界，第一次为人们所认识。而后，类星体、脉冲星、星际分子和微波背景辐射这四大天文发现，让射电天文学迅速崛起。

不过，射电天文学与其他学科的重大不同之处，就在于它是以观测为基础的学科。观测直接依赖于技术，射电望远镜口径越大，观测的灵敏度就越高。

1993年，在日本东京召开的国际无线电科学联盟大会上，与会科学家提出，要在全球电波环境恶化到不可收拾之前，建造新一代射电“大望远镜”。时任中国科学院北京天文台副台长的南仁东坐不住了，他向同事提出：“我们也建一个吧！”

南仁东所设想的，是一个500米口径的超级射电望远镜。但是，当时世界上最大的射电望远镜——阿雷西博射电望远镜，口径也才305米。相比之下，当时中国最大的射电望远镜口径不到30米，不管是技术还是设备都非常薄弱。

在很多人看来，南仁东的想法简直是天方夜谭。但他并非一时头脑发热。多年来，在观测上依赖外国射电望远镜窘境，让他太想拥有属于中国自己的超级望远镜。

选址、论证、立项、建设，哪一步都不容易。为了给“大望远镜”安家，科学家们通过卫星遥感把贵州喀斯特山区翻了个遍。南仁东从200多张遥感图像里，挑选出所有接近圆形的洼地，然后闷着头钻进贵州的大山里，最终将目标锁定在了贵州平塘的大窝凼里。从1994年启动选址，至此已经过去了12年。

“中国天眼”的建设，是一个史无前例的超级大工程，涉及天文学、力学、机械工程和岩土工程等各个领域，每一个领域几乎都是开创性的工作。国际上没有成熟的经验可以借鉴，南仁东带领他的团队一步一个脚印，终究踏平坎坷成大道。

2016年9月25日，“中国天眼”建成。

坚守：科研“铁军”托 举大国重器

2017年10月，中国科学院国家天文台对外公布，“中国天眼”发现2颗新脉冲星，距离地球分别约4100光年和1.6万光年。

这是我国射电望远镜首次发现脉冲星，距“天眼之父”南仁东病逝不到1个月。南仁东真正走进大家视野，是他去世前在央视那一次，他用弱弱沙哑的声音缓缓说出那一句：“FAST是全世界最先进、灵敏的射电望远镜，将探索宇宙百亿光年的微弱信号。”

为了铸就这口“大锅”，南仁东耗尽了一生心血。最终，“中国天眼”开了“眼”，他却永远闭上了双眼。但是，他为中国射电天文学开启了一个10年至20年的“黄金期”。

令人欣慰的是，无论是在调试期间，还是正式投入运行，“中国天眼”的表现没有让人失望。它能看穿130多亿光年的区域。作为世界最大单口径、最灵敏的射电望远镜，“中国天眼”大大拓展了人类视野，对促进我国天文学实现重大原创突破具有重要意义。

截至目前，“中国天眼”已发现脉冲星逾370颗，并在快速射电暴等研究领域取得系列重大突破，是当之无愧的“世界第一”。

FAST中心常务副主任、总工程师姜鹏说，“中国天眼”背后，是一支托举大国重器的科研“铁军”，面对恶劣的自然环境和零起步的科研项目，FAST团队20多年如一日，默默坚守，攻坚克难。

2008年，潘高峰博士毕业后加入FAST团队，他说，13年风风雨雨一路走来，经常能遇到“山穷水尽疑无路”的绝境，也能享受到“柳暗花明又一村”的喜悦。现为FAST中心综合管理部主任的潘高峰，先后完成FAST馈源支撑六塔选址、大跨度柔性六索并联机器人研制建设、动光缆研制等任务。

清华学子姚蕊攻读研究生阶段便进入FAST项目组，如今已成长为FAST中心机械组组长。在FAST建设期间，她探索解决FAST馈源舱超重问题的创新方法，最终摒弃多年圆柱体形状的设计方案，创造性研制了现在的“钻石三角形”馈源舱。

从姜鹏开始，孙京海、甘恒谦、于东骏、钱磊……几乎每个人都有说不完的故事。

在大窝凼里，和南仁东一样的这群百科研“铁军”，默默守护着“中国天眼”。

开放：“中国天眼”让 人类看得更远

曾经“世界第一”的美国阿雷西博望远镜发生坍塌之后，“中国天眼”便成了如今全

球唯一的超大射电望远镜。正因为卓越的综合性能，“中国天眼”对于天文观测和天文研究的重要性不言而喻，这也使得世界各国的科学家纷纷想要借助“中国天眼”开展研究。

2021年3月31日起，“中国天眼”面向全球开放，各国科学家均可提出申请，经审核后可使用“中国天眼”开展观测和研究。虽然射电天文学的初衷就是为让人类看得更远，但是，“中国天眼”是我国自主研制的先进大型天文观测设备，国际上并没有任何一个硬性规定要求中国与全世界共享。因此，中国的这一举动，堪称国际科技界的一股清流。

姜鹏透露，目前，来自国内外的天文学家申请观测非常踊跃，不过“中国天眼”今年将只对外开放10%的观测时间。“申请观测的方向，基本覆盖了中低频射电望远镜的前沿科学问题。”

观测时长是科学产出的重要保障，让姜鹏欣慰的是，“中国天眼”运行情况稳定，每天可以保证20个小时左右的观测时长，每年大概可以运行7000个机时，去除维护和测试时间，正常观测时间应该不少于5000个机时。

“我们不只是做世界最大——要做最大很容易，满地铺，总能铺出世界最大，但如果要做成好用的望远镜，就是不同难度级别的挑战。”姜鹏说，在调试期间，FAST团队就已经把建设时遗留的一些问题解决了。目前，针对超级数据的传输和存储问题，因中国科学院有稳定的经费支持，也已经得到了妥善解决。“‘中国天眼’一年产生的数据大约在15PB左右，每秒产生2GB，后者的数据量和下载一部电影相当。”

目前，“中国天眼”已经启动了脉冲星阵列、漂移扫描多科学目标巡天等5个重大和优先项目。外界预测，未来3至5年，“中国天眼”的高灵敏度将有可能使其在低频引力波探测、快速射电暴起源、星际分子等前沿方向取得突破。

姜鹏说，“中国天眼”发现这么多脉冲星，需要做大量的后随观测，这给FAST团队带来很大的挑战，希望中国正在规划打造的其他大型望远镜能尽快建成。

脉冲星就是旋转的中子星，因不断地发出电磁脉冲信号而得名。从脉冲星中遴选出脉冲信号稳定的毫秒脉冲星，将来有望应用于星际导航。

有一种说法，5年后，“中国天眼”观测到的脉冲星有望达到1000颗，有可能定位并识别出银河系外的第一颗脉冲星。对此，姜鹏表示，“中国天眼”如果发现河外脉冲星特别是黑洞双星系统的话，将可能是诺贝尔奖级别的成果。不过，“中国天眼”只是给科学家提供一种可能性，重大成果的产出，有时候还需要一些运气。

姜鹏说，FAST团队将转换心态与角色定位，由过去的建设、调试、运维更多转变为服务，建立公平观测机制，努力为全球科学家提供良好服务。“未来的舞台中心一定属于科学家，我们甘当绿叶，陪衬他们的光辉。”他说。

姜鹏： FAST的建设过程是摸着石头过河

亲历者说

◎本报记者 何星辉 实习生 张华 周泓汛

中国为什么要建造如此巨型的望远镜呢？姜鹏介绍，因为更大的望远镜意味着更大的收光面积以及更强的微弱信号探测能力，从而能够大幅扩展可观测样本的数量，帮助人类探测到更遥远的宇宙现象。

不过，“更大”这一目标说易行难。在世界范围内，传统望远镜的建造技术自1972年开始就进入了瓶颈期。彼时，德国人把望远镜建造的最大口径提升至100米，此后，任何突破都是难上加难。

“虽然天眼叫‘FAST’，英文是‘快’的意思，但整个望远镜的建设历程和调试历程和‘快’字没有半点关系。”姜鹏说，从想法提出到如今的模样，“中国天眼”原先的设计方案发生了翻天覆地的变化，科研人员夜以继日地分析和论证，克服了一个又一个技术难关。

提及“中国天眼”的建设难度，姜鹏用了一个形容词：连滚带爬。因为是一个全新的射电望远镜，没有什么先例可循，整个建设和运行过程都是摸着石头过河。“现在回过头来看，虽然我们付出了巨大的努力，但其实也有运气的成分，如果推倒重来，能不能建得比现在的好，还真没有十足的把握。”

目前，“中国天眼”已经产出一系列科学成果。例如，借助它的超高灵敏度，脉冲星的计时精度能够提升4—50倍，这意味着人们将有机会首次探测到纳赫兹引力波。在其他相关领域，FAST在未来能够发挥的重要作用同样令人期待。

不过，姜鹏说，“中国天眼”确实让中国在低频射电上取得了领先地位，但不能因此盲目乐观，因为在其他频段上，中国还有很多方面需要努力。

在姜鹏看来，“中国天眼”的意义，在于它能为科学家服务，为深空探测做出贡献。但姜鹏也认为，“重大的科学发现不仅仅取决于设备的优良性能，也不仅仅取决于科学家的敏锐洞察力，可能还需要一些运气。”

在调试期间，“中国天眼”曾经面临10万年薪招不到驻地科研人才的窘境，如今，正式运行后的“中国天眼”，人才队伍如何？对此，姜鹏表示，目前在现场负责运维的队伍比较稳定，今年将加大宣传和招聘力度，吸引更多的年轻人加入，以形成合理的人才梯队，为“中国天眼”的正常运转提供人才支撑。

事实上，“中国天眼”早有布局。2019年以来，中国科学院国家天文台已经和贵州高校开始联合培养人才。这样，既能让“中国天眼”“就地取材”，也能为贵州培养本土化人才，可谓一举两赢。

在大窝凼里，如果运气足够好，爬到一个山顶，兴许能看到雾中美丽的“中国天眼”。如果晚上去，则可以看见美丽的星空。

姜鹏说，这是一道亮丽的科学风景，为了这道风景，坚守是一种必然的选择。



受访者供图

它是当之无愧的世界第一

数说成果

500米口径 “中国天眼”的全称是500米口径球面射电望远镜，简称FAST。

20年保持领先 “中国天眼”拥有世界领先的绝对灵敏度，将在宇宙演化、脉冲星探测、星际分子搜寻等领域，为中国科学家提供前所未有的机遇。鉴于射电天文学的高速发展，“中国天眼”的灵敏度优势预计可保持10—20年。

370多颗脉冲星被发现 截至目前，“中国天眼”已发现脉冲星逾370颗，并在快速射电暴等研究领域取得系列重大突破，是当之无愧的世界第一。根据预测，5年后，“中国天眼”观测到的脉冲星有望达到1000颗。

“中国天眼”的建设，总共耗资11.5亿元，和不到两公里地铁造价相当。更重要的是，特殊的望远镜、大量的运动部件和机械装置，都无史可鉴。

目前，“中国天眼”运行情况稳定，每天可以保证20个小时左右的观测时长，每年大概可以运行7000个机时，去除维护和测试时间，正常观测时间每年应该不少于5000个机时。

基于FAST数据发表的高水平论文达到70多篇。其中包括国际学术期刊《自然》连续发表我国科研团队在快速射电暴领域取得的重要研究成果。“中国天眼”通过对快速射电暴深度观测取得重要科学进展。

(本报记者 何星辉 实习生 张华 周泓汛整理)