

“中国天眼”落成十周年：从“跟跑”到“领跑”

在贵州平塘的群山里,卧着一口“大锅”。它直径500米,由一圈圈钢梁箍住“锅沿”,稳稳地架在一个名叫大窝凼的喀斯特洼地底部。它就是500米口径球面射电望远镜(FAST),也就是大家常说的“中国天眼”。

2016年9月25日,FAST正式落成启用。十年后,FAST已成长为世界射电天文领域的核心科研设施。作为“国之重器”,FAST不仅改写了中国射电天文学的历史,更为人类探索宇宙奥秘贡献了不可或缺的中国力量。

>> 从梦想到蓝图

FAST的故事,始于1993年。那年,在日本京都召开的国际无线电科学联盟大会上,各国天文学家发出倡议:要在全球电波环境继续恶化之前,建造新一代射电望远镜。天文学家南仁东敏锐地意识到,这是中国必须抓住的机会。

1994年,以南仁东为代表的中国天文学家提出利用贵州喀斯特洼地建造500米口径球面射电望远镜的工程构想。同年6月,选址工作正式启动。

此后,南仁东团队先后对比

了1000多个洼地,带着300多幅卫星遥感图,徒步踏勘了上百个窝凼,历经10余年的艰辛勘探,最终锁定了贵州平塘县的大窝凼作为最佳台址。这是个圆形的天然喀斯特(溶岩地貌)“天坑”,正适合支撑起形如大锅的球面射电望远镜。大窝凼附近5千米内没有一个乡镇,县城远在25千米以外,再加上山体本身的屏蔽作用,营造出非常安静的无线电环境。此外,喀斯特地质条件形成了许多地下溶洞与暗河,积水能够及时

排出,避免“天坑”变成“天湖”。尽管如此,为了双保险,还是在天坑里的坑底暗河基础上挖掘出了一条排水道。

选址工作推进的同时,预研工作也在同步进行。1999年,中国科学院启动重大项目“大射电望远镜FAST预研究”。

彼时,很多国外同行并不看好这一项目,但中国天文学家没有放弃,而是继续完善预研,奋力推进项目。2007年7月10日,国家正式批复立项FAST工程。

>> 从蓝图再到现实

2011年3月25日,FAST正式开工建设。

FAST的反射面有30个足球场大,由4450块三角形铝板拼接而成,不仅成为世界上最大的单口径射电望远镜,更在技术上领先世界,灵敏度达到当时最先进的阿雷西博望远镜的2.25倍。

在建设过程中,最大的技术挑战来自索网结构。FAST的索网要支撑起一个500米口径的反射面,而且在整个望远镜生命周期里,索网要在球面和抛物面之间频繁变位,耐疲劳性能必须达到200万次。

当时,世界上没有任何国家生产这种级别的钢索。作为索网系统负责人的姜鹏临危受命,带领团队耗费近两年时间,经历近百次失败,终于研制出在500兆帕应力幅下可实现200万次弯曲的成品钢索,疲劳性能是传统标准的2.5倍。

这一突破催生了12项自主创新专利。FAST索网是当时世界上跨度最大、精度最高的索网结构。2015年2月4日,索网成功合龙,FAST渡过了建设阶段最艰难的一关。

2016年9月25日,FAST正式落成启用。FAST的建成,离不开南仁东和他的团队22年的奋斗与坚持,是他们让FAST从一纸蓝图变为现实。

>> 从“跟跑”到“领跑”

FAST落成后不久,便多个领域产出了重要科学成果。

2017年,FAST公布首批观测成果,成功发现6颗新脉冲星,一举实现我国射电望远镜自主发现脉冲星“零”的突破。

2020年1月通过国家验收后,FAST正式开放运行,开启大规模系统性巡天。截至2026年9月,FAST发现脉冲星总数已达1284颗,远超同期国际上所有其他望远镜发现数量的总和。

2023年6月,中国脉冲星测时阵列(CPTA)研究团队利用

FAST对57颗毫秒脉冲星进行长达3年5个月的精密监测,首次获得纳赫兹引力波存在的关键证据。

2026年1月,利用长达2年多的观测数据,中国科学院紫金山天文台联合国内外团队,在国际上首次捕捉到重复快速射电暴法拉第旋转量发生剧烈跃变并随后回落的详细演化过程,为“快速射电暴起源于双星系统”假说提供了直接且关键的观测证据。

2026年9月,依托FAST超

高探测灵敏度,国家天文台韩金林研究员领衔的团队取得重要发现,捕获一颗处于紧致轨道的双中子星系统脉冲星J1856-0039。这是轨道周期极短、目前已知总质量最轻的双中子星系统。

此外,FAST在地月空间目标探测、脉冲星时间基准以及小行星防御等领域取得重要进展,服务于国家空天安全和重大战略需求。

FAST的建成,使中国射电天文研究实现了从“跟跑”到“领跑”的历史性跨越。

>> 面向前沿

FAST始终坚持开放共享的运行模式,全球科学家正基于FAST共享的观测数据开展研究。2021年3月起,FAST正式向全球天文学家开放观测申请。

FAST用十年证明了中国创新的韧性与高度。更重要的是,FAST为中国培养了一大批射电

天文领域的青年人才,他们将在天文学研究中持续发挥作用。未来,FAST将继续聚焦脉冲星观测、快速射电暴、中性氢等重要领域,争取产生更多前沿突破。

从蓝图到巨眼,FAST的建成还带动了贵州当地的发展——曾经与世隔绝的大窝凼,

如今已成为科技新名片,每天都有慕名而来的游客登上山顶观景台,眺望FAST壮观的“身姿”。他们同时也见证了中国天文学的发展从“跟跑”到“领跑”的跨越。苍穹之下,探索不止——FAST的征途,永远是下一片未知的星域。



群山之中的“中国天眼”。

图源新华社

链接

大小很重要

FAST的全称是“500米口径球面射电望远镜”,是目前世界上最大的全口径均有反射面的射电望远镜,反射面面积约25万平方米。为什么FAST修建得如此巨大?这是由观测波长决定的。

望远镜的分辨率由观测信号的波长和望远镜的口径共同决定,在相同的分辨率下,波长和口径成正比。许多工作在可见光波段(0.5微米量级)的天文望远镜口径可达几米,与之对照,FAST观测的是厘米量级的射电信号,所以500米口径还是造得克制了!尽管FAST面积巨大,组成反射面的铝板却非常纤薄,厚度仅有1.3毫米左右。

“中国天眼”会“转眼珠”

FAST可不像厨房炒菜锅一样硬邦邦一整块,这颗“中国天眼”会“转眼珠”!它由4450块反射铝板拼接而成,通过背后的电机驱动,这些铝板能够调整位置和姿态,改变镜面形状。

经南仁东及其团队的计算,只需让球面偏离47厘米,就可以把口径300米的一部分球面改成抛物面,把射电信号聚焦到一枚药片大小,使其进入接收信号的“馈源舱”。

所以,在任意时刻,FAST的工作区域是一片口径300米的圆形抛物面,它能在500米口径里自如漂移,就像眼珠转来转去一样,保持完整300米工作口径的话,可观测的天空范围很广阔。据南仁东估算,从地球角度全天可观测的脉冲星中,有一半都能被“中国天眼”看到。

全天候观测

从茫茫太空来到地球的电磁波,在许多波段(如 γ 射线、X射线、大部分红外线)会被大气层屏蔽掉,无法从地面来观测,这也是许多望远镜被部署到太空中的原因。不过,大气在射电波段透明度极高,允许信号自由通过,所以FAST能够从地面发起观测。此外,FAST观测的信号波长远远大于云、雾、雨、雪、霰等颗粒的尺寸,所以能够轻松绕过这些障碍物,因此,FAST可以全天候开展观测活动。

最有可能干扰FAST运行的,是地面上人类活动产生的通信信号。在FAST附近使用手机,无异于拿着激光笔去晃最灵敏的眼睛。在FAST现场工作的科学家控制使用电器,参观人员必须关闭手机。FAST的监听中心设在两道山以外,获取的信号通过光纤传输到监听中心,再传送到外界,全程不用无线装置。

观测对象

FAST的首要任务是“中性氢巡天”。中性氢是宇宙中尚未聚拢成恒星发光发热的单个氢原子。中性氢的“基态超精细能级跃迁”能够产生波长21厘米的电磁辐射,观测这一“21厘米氢线”,能够获知宇宙中物质的分布情况,推演星系之间互动的细节和宇宙发育的蛛丝马迹,并分析宇宙演化的未来图景。

脉冲星是FAST的另一个重要观测领域。脉冲星是高速旋转的中子星,是大质量恒星“死亡”后的一种演化形态。中子星高速旋转时,它的磁极发出的射电辐射会像灯塔一样扫射太空,从地球上看来,每次被“灯塔”扫过,都对应着一次脉冲信号。

假如有地外文明在射电波段发布星际广播,FAST将是地球上最灵敏的侦听设备之一。然而,寻找地外文明仅是最末位的科学目标,FAST主要是为了搜寻更多奇异天体,提供更多更好的观测统计样本,更可靠地检验现代物理学、天文学的理论和模型。