



十三届全国人大二次会议
全国政协十三届二次会议

特别策划
科技创新面面观

两会

FAST望远镜：

把中国目光投向最深的宇宙

本报记者 唐婷



500米口径球面射电望远镜(FAST)

尽管远在贵州省黔南州平塘县的深山里,但有“中国天眼”之称的500米口径球面射电望远镜(FAST)一直以来备受瞩目。

“最近我们和天马望远镜团队合作,首次成功实现联合观测,这标志着FAST具备了联合组网观测的能力。”中国科学院国家天文台FAST总

工程师、研究员姜鹏日前在接受科技日报记者专访时说道。

天马望远镜是国内最大的全主动射电望远镜。在姜鹏看来,两望远镜联合观测意义重大,有望进一步提升我国VLBI(甚长基线干涉测量)网的灵敏度水平,有助于科学家们开展高灵敏

度、高分辨率的射电天文观测。

目前,FAST工程团队还在紧锣密鼓地开展相关调试工作,为即将到来的国家验收做准备。建成以来,FAST取得了哪些进展?未来有望在哪些领域帮助科学家取得突破?记者就此采访了相关专家。

实现“零的突破”找到55颗新脉冲星

2016年9月,FAST在贵州竣工。从一个想法,到最终落成,FAST身上凝聚了几代天文人的心血与梦想。它的到来,使得中国望远镜在寻找新脉冲星的征途上实现了“零的突破”。

竣工后的FAST进入试运行、调试阶段。处于调试阶段的FAST不负众望,在一年左右的时间里有了新的发现。2017年10月,中国科学院国家天文台在北京召开新闻发布会,晒出了FAST的首张成绩单。

中国科学院国家天文台研究员李菡在这次发

布会上介绍,FAST调试进展超过预期,探测到数十颗优质脉冲星候选体,有两颗通过国际认证。其中首颗被认证的新脉冲星,是中国望远镜发现的第一颗新脉冲星。

观测对于开展天文学研究的重要性不言而喻。北京师范大学天文系教授何涛曾撰文指出:“一批年轻的中国人,包括我自己,走出国门,知道了什么是近代天文学。尤其明白了,天文学的真谛在于观测。”

数项指标超预期 打造最灵敏的“眼睛”

按计划,FAST工程要在今年3月接受国家验收,涉及工艺、设备、档案等五大项目。通过验收后,FAST将正式对外开放,为有需求的科学家提供服务。

国际上知名的大型射电望远镜建成后,往往都要经过数年,甚至更长时间的调试磨合,才能以最佳状态进入应用阶段。

“就好比一台刚研制出来的家电,研发人员还要对它做各项性能指标测试,根据测试结果进行调整,确保它符合设计时提出的各项要求,能够为用户提供高质量的服务。”徐仁新举例道。

作为世界最大的单口径射电望远镜,在没有先例

可循的情况下,FAST的调试工作无疑是极具挑战的。全新的工作模式使得FAST具有超大的接收面积,也让它具有其它望远镜所无法比拟的灵敏度优势。

姜鹏介绍,FAST仅反射面就需要2000余台促动器协同控制,而且索网把所有促动器都连成了一个整体,可以说是“牵一发动全身”。

重达30吨的馈源舱高悬在空中,如何确保整个系统的安全性是姜鹏要考虑的头等大事。此外,对FAST所有子系统的功能性整合也是项系统工程。FAST由几十家单位联合研制,每家单位主要负责完成本地系统的调试工作,最后由FAST团队

完成整合。

姜鹏介绍,FAST团队足足花了半年的时间,仔细核对控制系统的代码,进行必要的修改和完善,梳理不同数据通讯协议的数据接口,最终提前完成了望远镜的功能性调试任务。

令姜鹏感到欣慰的是,经过两年多的紧张调试,FAST的数项性能指标超预期,在灵敏度、系统噪声、指向精度等关键技术指标上,已经达到了国家验收标准。“可以说,调试后的FAST是当之无愧的世界上最灵敏的射电望远镜,可以帮助人类了解更遥远、更早期的宇宙”。

即将正式开放 有望描绘早期宇宙图景

伴随着FAST正式开放日期的临近,FAST团队正在向包括徐仁新在内的科学家征集应用需求。大家都在期待,FAST能带来更多突破性的科学发现。

搜寻和监测射电脉冲星是FAST的核心科学目标。银河系中有大量脉冲星,但由于其信号微弱,易被人造电磁信号干扰淹没,目前只观测到它们中的一小部分。具有极高灵敏度的FAST望远镜是发现脉冲星的理想设备。

由恒星演化和超新星爆发产生的脉冲星,因发射周期性脉冲信号而得名。脉冲星的本质是中子星,具有在地面实验室无法实现的极端物理性质,是理想的天体物理实验室。

研究脉冲星,有望得到许多重大物理学问题的答案。徐仁新举例道,可以加深我们对于自然界当中引力、强力等基本相互作用的理论,并且脉冲星也是探测宇宙极低频引力波的工具。

同样是脉冲星,也有“好坏”之分。徐仁新解释说,所谓“好”的脉冲星,指的是计时精准的毫秒脉冲星。想要通过脉冲星计时阵来探测引力波,就需要找到计时精度极高的毫秒脉冲星,这也正是FAST重点搜寻的对象。

此外,科学家还期待通过强大的FAST观测到一些难得一见的脉冲星“珍品”,比如双星系统中的脉冲星。对单个脉冲星而言,测定其质量很困难,但在

双星系统里,就能利用轨道等信息测定其质量。

“目前观测发现脉冲星的最大质量约为2倍太阳质量,足以排除不少脉冲星内部结构模型。但如果我们能通过FAST找到更大质量的脉冲星,无疑会是颠覆性的发现,将修正脉冲星结构模型并深化人们对于致密物质状态的理解。”徐仁新展望道。

不只是寻找脉冲星,FAST还将探寻早期宇宙的蛛丝马迹——中性氢云团的辐射。徐仁新介绍,中性氢云团是宇宙中未被引力塌缩成恒星的氢原子气体,通过观测中性氢辐射,能获知星系之间互动的细节,还可发现早期宇宙中刚刚形成的氢原子的分布状态,帮助科学家更精确地描绘出早期宇宙的图景。

科研人员有话说

姜鹏：
“要有十年磨一剑的工匠精神”

本报记者 唐婷



中国科学院国家天文台FAST总工程师、研究员姜鹏
受访者供图

一年到头,谁都盼着回家与亲人团聚。2019年的春节,FAST团队调试组有几位工作人员却是在FAST工作现场度过的。验收在即,他们几乎每天都要加班到夜里三四点。

“大过年的把大家摁在现场干活,确实有点不落忍。但没办法,这是工作的需要,好在大家也都能理解。”中国科学院国家天文台FAST总工程师、研究员姜鹏说道。

作为世界最大的单口径射电望远镜,有着“中国天眼”之称的FAST承载了太多来自各界的期望。

而这些期望,一定程度上转化成了姜鹏和团队成员肩头的担子。采访中,姜鹏坦言,工作压力很大。

一般人认为,FAST建好了就应该马上能用了。但实际上,国际上大型射电望远镜的调试周期很少低于4年。大型射电望远镜调试涉及天文、测量、控制、电子学、机械、结构等众多学科领域,是一项多学科交叉的应用性研究。

日赶夜赶,功夫不负有心人。经过两年多的紧张调试,FAST的多项关键性能指标超预期。

“之所以说FAST是世界上最灵敏的射电望远镜,不光是反射面大小所决定的,包括精度调整、接收机测试等在内的各项调试工作也做出了贡献。”姜鹏说道。

事实上,姜鹏的压力不只是来自迫在眉睫的工程验收。在灵敏度、系统噪声、指向精度等关键技术指标上,FAST已经达到了国家验收标准。很多时候,他还会面对这样的问题:FAST会不会有什么新的重大发现?

如果说工程调试是一项极其复杂的工作,那么利用FAST开展天文观测并取得重大科学发现,则需要科学家和工程师联手倾注更多的心血。验收通过后,FAST将正式对科研用户开放,同时进一步验证、优化科学观测模式。

在FAST调试阶段,已经有部分科学家参与进来,开展了一些科学观测。姜鹏介绍,今年的《中国科学》杂志英文版会以专刊的形式发表FAST相关科研成果,其中有3篇文章是关于单脉冲星观测的。

“其实,我们希望FAST能早点出成果,但要做出重大的突破性成果,还需要很长的时间和积累,运气也很重要。”姜鹏说道。比如,想要找到种类奇特的脉冲星,首先要观测到足够多的脉冲星,在数量上有一定积累,FAST目前所做的还只是个开始。

谈及科研体会,姜鹏说,无论是工程建设还是科学研究领域,大家都要沉下心来,要有“十年磨一剑”的工匠精神,埋头踏踏实实做事。

“如果科研人员能静下心来,专注于做好手头的工作,相信很快就能在一些‘卡脖子’的关键技术问题上有所突破。”姜鹏说道。

(本版图片除标注外来源于网络)

脉冲星发现者为“天眼”点赞

本报记者 唐婷 刘园园

作为世界最大的单口径射电望远镜,500米口径球面射电望远镜(FAST)建成后引起国际学界的广泛关注。

2018年12月,《自然》杂志官网刊文评价说,口径达到“半公里”的FAST将助力中国射电天文学家跻身全球领先席位——他们将运转一个世界级的天文观测设施。该文章认为,有了FAST,天文学家将观测到目前光学望远镜看不到的太空区域。相关研究正增强天文学家对宇宙从大爆炸到星系结构形成过程的理解。

国际著名天文学家、脉冲星发现者乔瑟琳·贝尔曾来到中国对位于贵州的FAST工程进行参观考察。在贵州师范大学的FAST早期科学中心,贝尔详细了解了数据的存储模

式。她曾用一连串的“太大了”来形容FAST带给她的视觉冲击。

在天文学领域工作多年的贝尔与很多望远镜打过交道,但是FAST还是给她留下了“压倒性”的第一印象。在她看来,仅仅是建造这么大、这么复杂的工程,就已经非常了不起。搜寻和发现射电脉冲星是FAST的核心科学目标,贝尔最关心的自然也是FAST对脉冲星的观测。她认为,FAST会非常擅长观测脉冲星。它能发现很多微弱、遥远的脉冲星,甚至其他星系的脉冲星。

“我希望FAST可以发现围绕黑洞旋转的脉冲星。”贝尔解释说,这样的脉冲星可以对爱因斯坦提出的相对论进行验证,但是观测难度非常大。因为脉冲星会以极快速度旋转,望远镜要在非常短的时间内获取足够多的信号。

2017年10月,在中国科学院国家天文台召开的新闻发布会上,澳大利亚科学及工业研究院Parkes(帕克斯)望远镜科学主管乔治·霍布斯表示,FAST的调试以及逐渐产出成果,是目前国际天文学界最激动人心的事件之一。

4450块反射面板单元是FAST望远镜的重要组成部分

望远镜反射面总面积为25万平方米,相当于30个标准足球场

FAST项目计划按照国际惯例,通过科学委员会评审确立观测计划,并在适当时候对国内外科学家开放