



贵州省黔南布依族苗族自治州平塘县大窝凼洼地,层峦叠嶂,翠林如海。被誉为“中国天眼”的500米口径球面射电望远镜(FAST)坐落在群山环抱之中,像地球上的一只巨眼,静静凝望天空,探寻百亿光年之外的射电信号。

科学家曾诗意地形容,半个多世纪以来,人类接收到的宇宙信号的力量还不足以翻起一页纸,遥远的信号像雷声中的蝉鸣,没有超级灵敏的耳朵就分辨不出来。他们期待用更强有力的工具观测来自遥远星河的信息。

自2020年1月对国内开放运行以来,借助全新的设计思路、得天独厚的位置以及突破了天文望远镜百米工程的极限,“中国天眼”已发现数百颗脉冲星,并在快速射电暴等研究领域取得重大突破。

中国天眼:让人类“看”得更远

□ 阎冰洁 余建斌

看宇宙的“大眼睛”

站在观景台向下俯瞰,依托喀斯特地区“天坑”而建、直径达500米的大科学装置形似一口银色“大锅”,架在周围6座高度超过百米的支撑塔上。

FAST首席科学家李菂介绍说,该装置是目前世界上最大、最灵敏的单口径射电望远镜,它的观测能力是德国波恩100米望远镜的10倍,是美国阿雷西博300米望远镜的2.25倍。

大科学装置的表面共有4500块三角形主动反射面,它的设计目标,是要把覆盖30个足球场大的信号聚集在一颗小药丸大小的空间里,否则就难以监听到宇宙中微弱的射电信号。这个“小药丸”就是馈源,放在馈源舱内——类似一个收集卫星信号的喇叭式装置,称得上是世界最精贵的接收器。

就像水手扯动缆绳控制风帆的方向,FAST通过拉扯钢索网来使天线锅变向,这就要靠与钢索网相连的2000多个小电机来控制完成。整个变向过程,由激光定位系统校准。悬空的馈源舱重达30吨,被6条400多米的钢索吊起,移动范围可达200米。钢索网、馈源舱接收器,每一部分的位移都要控制在毫米级,大科学装置才能正常工作。

在风势较大时候,人们能听到整个FAST发出的阵阵悦耳“风铃声”——那是它的反射单元震动发出的低频声响。在看不见的地下,还埋藏着超过10万根光纤,为数据传输提供保障。

FAST的诞生可以追溯到上世纪90年代,天文学家南仁东提出要建设中国自己的巨型射电望远镜。1994年,选址工作正式开始。南仁东和团队用12年时间,对照着300多张地图,走遍我国西南地区1000多个洼地,终于选定了拥有天然石灰岩溶地形、大小合适、人迹罕至的贵州省平塘县,让大科学装置在此“安家落户”。

大科学装置的建造过程艰苦卓绝。科研人员和建设者们住在板房里,室内没有热水,没有洗手间,室外全是土路。即使铺好了路,也会被来往的重型卡车压垮。

2016年9月19日,FAST系统联调成功。调试团队第一次利用整体系统探测到人类此前发现的首颗脉冲星信号,这意味着装置可以正常运作。李菂感叹,看着FAST一步步从设想变为现实,真的是奇迹。

2017年8月27日,团队首次实现了对特定目标的跟踪观测,并稳定地获取了目标源射电信号,这意味着FAST的“眼珠”可以转动了,也标志着望远镜最具难度、最具风险的功能性调试完成了。

“之后,FAST就可以克服地球的自转,对天体目标源进行跟踪观测。望远镜的灵敏度不仅与接收面积有关,还与跟踪时间有关。就像人的眼睛一样,只是扫视一下的话,只能看个大概轮廓。如果想看清细节,就需要对着目标仔细端详。这也是装置最重要的一个功能。”FAST总工程师、中科院国家天文台研究员姜鹏说。



中国天眼。新华社发

具备多领域超强『发现力』

“嘀—嘀—嘀”,显示屏上,代表声波的曲线有节奏的起伏。李菂说,这是FAST发现的第一颗脉冲星,研究者根据真实的脉冲信号强度转换成音频与动态图像,可以更真切地感受脉冲星信号的规律性。

脉冲星是一种高速自转的中子星,具有极高的磁场和密度。它的自转周期精确稳定,辐射出的电磁波可以看作是如同脉搏般的脉冲信号。因此,脉冲星被比作“宇宙的时钟”,其准确的时钟信号为引力波探测、航天器导航等重大科学及技术应用提供了理想工具。脉冲星作为大质量恒星坍缩后超新星爆发的产物,对于研究超新星爆发等宇宙现象也相当重要。

2017年10月10日,FAST公布了第一个天文发现:一颗周期为1.9秒的脉冲星,距离地球有1.6万光年。“那一天是我一生中印象最深的一天,就好像孕育了很久孩子出生了一样。”李菂说。

2018年2月,大科学装置探测到有史以来最暗弱的毫秒脉冲星。实际上,这颗脉冲星被地球上很多天文望远镜“看”了多次却都没有“发现”,充分证明了FAST在灵敏度方面的优势。

从首次发现新脉冲星,到试运行结束公布发现100余颗脉冲星,再到一举突破300颗……FAST所发现的脉冲星数量,在全球脉冲星搜索团队行列中首屈一指,成为脉冲星发

现的重要贡献者。

快速射电暴是科学研究的前沿领域,其持续时间只有千分之一秒,但却能释放太阳一天甚至一年辐射的总能量。2017年,美国康奈尔大学科学家利用阿雷西博望远镜发现第一个重复的射电暴,从而找到了对应星系。两年后,FAST再次捕捉到了这个重复的快速射电暴,并持续探测到其一个多月的活跃爆发,获取了迄今为止最大的快速射电暴事件集合。

2021年1月,团队又有新发现,利用2018年的数据找到了4个新的快速射电暴。“假设宇宙诞生于大爆炸时期,到目前为止,可以分成幼年、少年、青年、中年4个阶段。FAST此次发现的四个快速射电暴都是在宇宙的少年时期,这使得我们在探索宇宙起源方面更进一步了。”李菂说。

“两暗一黑三起源。”这是天体物理领域的一句俗话,用来形容天文望远镜的科学使命。“两暗”是指暗物质和暗能量,“一黑”是黑洞,“三起源”则是天体、宇宙和生命的起源。科学家介绍说,除了作为核心科学目标的搜寻、发现脉冲星,FAST在很多领域都具备超强“发现力”,它可以验证很多科学规律,在引力理论、星系演化、恒星、行星乃至物质和生命的起源等方面,都具备突破的潜力。它的使命还包括高效率地开展对地外生命的探索,寻找“外星人”是否存在的答案。

成为探索宇宙的『世界舞台』

北京时间2021年3月31日零点,FAST向全世界天文学家发出邀约,征集观测申请。所有国外申请项目通过统一评审后,观测时间从8月开始。

中科院国家天文台有关负责人表示,FAST向世界全面开放,彰显了中国与国际科学界充分合作的理念。在开放合作中,中国的科学重器将更好地发挥效能,促进重大成果产出,为全人类探索和认识宇宙作出贡献。

李菂介绍说,早在项目立项时,就确立了拓展人类宇宙视野的初衷,将向全球科学家开放。科学家申请使用FAST需要同行评审,根据项目建议书进行打分,再由时间分配委员会进行时长分配。预计将有10%的观测时间分配给国外科学家。观测申请的研究领域不做限制,但科学界普遍关心的项目将被优先考虑,如多科学目标漂移扫描巡天、中性氢星系巡天、银河系偏振巡天、脉冲星观测时、快速射电暴观测等。

历经多年建设发展,FAST从无到有,逐渐成长为科学家探索宇宙的“世界舞台”。

“在FAST建成以前,世界上没有任何一座大型天文望远镜可以同时观测原子氢气的成像和脉冲星的搜索。”利用大科学装置,李菂和团队设计了多科学目标同时巡天,实现在一次观测中同时进行气体成像、搜索气体星系、捕捉脉冲星和快速射电暴。团队预期成果能得到1000颗新脉冲星、50万个新星系、100亿个三维像素点的中性星和50个新的快速射电暴。“多科学目标同时巡天将使得我们的科学产出效率极大提高。”

“南仁东老师曾经说过,FAST既代表着科学家们在射电天文这个领域的雄心壮志,也是中国天体物理和天文科学从追赶超越的一次努力。”李菂说,未来两年,FAST将致力于发现人类已知最远的脉冲星,将参与低频引力波的探测,逐步地揭示宇宙中气体、星系的成分……围绕自身的科学目标,FAST的尝试才刚刚开始。“好奇心是科学家的乐趣,更是人类生存的必需。不停探索未知的宇宙奥秘,会取得更多我们现在还想象不到的成果。”

据《人民日报》