

# 科技

## 共用FAST这只慧眼,让人类看得更远

# 向全球天文学家邀约,“中国天眼”成为“世界巨眼”

■本报记者 沈淑莎

“中国天眼”(FAST)向世界发出邀约!记者昨天从中科院国家天文台获悉,本着开放天空的原则,“中国天眼”于北京时间2021年3月31日零点起接收全球天文学家的观测申请。所有国外申请项目统一参加评审,征集项目的评审结果将于今年7月20日对外公布,观测时间将从今年8月开始。

“中国天眼”即500米口径球面射电望远镜,是具有我国自主知识产权、世界最大单口径、最灵敏的射电望远镜。自去年1月通过国家验收启动运行以来,FAST设施运行稳定可靠,发现的脉冲星数量已达300颗,并在快速射电暴等研究领域取得重大突破。未来,“中国天眼”将以更加开放的态度向全球提供观测设施,给世界天文学界提供更多观测条件,为构建人类命运共同体贡献中国智慧,努力推动世界科技发展和人类文明进步。

### 向全球开放是FAST立项时确立的初衷

“射电科学的初衷就是让人类看得更远,开放是必然的。”在几天前举行的上海科普大讲坛上,FAST首席科学家、国家天文台研究员李菂如是说。

据李菂介绍,试观测期间,FAST已经收到来自全国的133多份观测申请,完成了近700小时的观测执行。正式运行后,每年可提供超过3000小时的执行时间。目前,FAST每秒最高传输基带数据38G,每小时接收的平均有效科学数据约3.6T。

“中国天眼”向全球开放后,全世界天文学家可通过FAST官网向中国科学院国家天文台在线提交观测申请。申请的项目书将汇总到“中国天眼”科学委员会旗下的时间分配委员,再经由国际同行的讨论、评审、打分,最终确定入选项目。据悉,每个项目可申请到不超过100小时的观测时间。预计分配给自由申请项目的观测总时间约为1800小时。

引力理论、星系演化、恒星乃至物质和生命的起源……这些问题都希望通过“中国天眼”来解答,全球科学家对此翘首以盼。“向全球科学家开放是FAST立项时就确立的初衷,因为它的目标就是拓展人类看宇宙的视野。”李菂表示,射电科学家普遍关心的项目将被优先考虑,如快速射电暴观测等。但观测申请绝不限于这些领域,因为“回溯原初宇宙,揭示更多宇宙奥秘,既是建造‘天眼’的原动力,也是终极目标”。

### 全世界只剩中国一只“天眼”

在FAST之前,天线口径305米的美国阿雷西博望远镜是世界最大口径射电望远镜。去年12月1日,这台“年迈”的望远镜因年久失修,三个支撑塔全部断裂,57年的运行历史就此结束。至此,世界上只剩下中国一只“天眼”了。

随着阿雷西博退出历史舞台,人类探索深空的重担就落到“中国天眼”的肩上。FAST由4450块主动反射面构成,通过2225个连接节点连接;安装着30吨重的悬吊精控馈源舱;有6座超过百米的支撑塔和超过10万根光纤……所有这些成就了它在射电望远镜领域的多项世界之最——最大口径望远镜、最大射电望远镜、最具威力的单天线射电望远镜。

事实上,自启用以来,FAST已经给人们带来太多“惊喜”:2017年8月22日,它首次发现脉冲星;2018年4月18日,通过FAST国际合作,首次认证了毫秒脉冲星;2019年6月,基于FAST观测数据发表的第一篇国际期刊论文发表于美国《天体物理杂志》;2020年,FAST在快速射电暴研究中获得多项新突破,并入选《自然》杂志2020年度十大科学发现。

中国科学院院士、FAST科学委员会主任武向平表示,FAST极大拓展了人类观察宇宙视野的极限,可以重现宇宙不同时期的图像,探测信号最弱的脉冲星,不断扩展观测样本的数量。未来5年,FAST发现的脉冲星数量有望达到1000颗,甚至能找到银河系外的第一颗脉冲星。

### 刷新宇宙观,FAST的征途才刚刚开始

FAST有五大既定科学目标,包括中性氢的观测;发现脉冲星并进行脉冲星研究;VLBI(甚长基线干涉测量技术)观测,对活动星系核的内核进行解析;对一些分子谱线进行探索;对地外生命的通信进行监测,也就是寻找外星人。

对公众来说,最关心的大概是探测地外文明了。李菂表示,FAST有潜力探测到数千颗地外行星上的类地文明,以及近邻星仙女星系中的第二类卡尔达肖夫文明,或其中拥有更先进技术的外星人。为探索地外文明,FAST安装了专门的终端设备,主要就是“天眼”浩瀚烟海的电磁信号中,筛选出有用的窄带候选信号,而把天体和人工信号排除掉。除了借助地球自转静静地“偷看”天空外,还能向特定的目标天体赠送“秋波”,反复观测。李菂认为,如果在FAST巡天后还未能发现外星人踪迹,那很可能意味着它们和人类是完全不同的进化方向。

以改变人类的宇宙观为终极目标,FAST的征途才刚刚开始。让我们共同期待,在全球科学家的共同努力下,“中国天眼”能够带领人类更清晰地“看到”我们身处的这个宇宙。而无论是阿雷西博已取得的成就,还是FAST刚开始的努力,都是我们这颗星球绚烂的希望。

▼夜幕下的“中国天眼”(FAST)。  
新华社记者  
晓东拍摄



“中国天眼”全景(资料照片)。新华社发

■本报记者 沈淑莎

无论是“搜索地外文明”,还是探测发现脉冲星进而探寻宇宙起源的秘密,“中国天眼”(FAST)在被寄予厚望的同时,也包裹着一层神秘的面纱。在它向全球科学家开放之际,记者带你认识FAST的前世今生,了解一下这只“眼”究竟能够“看”多远。

### “中国天眼”有多大?

FAST位于贵州省黔南布依族苗族自治州平塘县克度镇大窝凼的喀斯特洼坑中,外形像一口大锅,是国家重大科技基础设施,由中国科学院国家天文台主导建设,是具有我国自主知识产权、世界最大单口径、最灵敏的射电望远镜。

几组数据让我们能够一窥这只“大锅”的奥秘:  
大——反射面由4450个反射单元构成,总面积为25万平方米,相当于30

### “中国天眼”究竟能够“看”多远

个标准足球场那么大。如果把它看成是一口盛满水的锅,容量够全世界每个人分到4瓶水。  
巧——30吨的馈源舱通过6根钢索控制,可以在140米高空、206米的尺度范围内实时定位。

强——能看见更遥远暗弱的天体,它1分钟就能发现的星体,即使把坐标提供给百米口径的射电望远镜,对方也要9分钟才能看见。

精——500米的尺度上测量角度精确到8角秒,10毫米的定位精度要求最高做到了3.8毫米。

### “中国天眼”有多强?

截至今年3月,“中国天眼”已发现

300颗脉冲星。1967年,人类发现了第一颗脉冲星;直到50年后,中国人才用自己的射电望远镜FAST发现了第一颗新脉冲星。而在如此短的时间内发现这么多颗脉冲星,足见“天眼”实力之强。

此外,“天眼”脉冲星计时精度领先国际水平4倍以上,有望在纳赫兹引力波这一备受全世界关注的前沿科学探测方面取得重大突破。

而在地外文明探索方面,美国加州大学伯克利分校地外文明研究团队基于几十年的地外文明搜索经验,携手中国科学院国家天文台,为“中国天眼”量身开发了专门的终端设备。经过验证,高分辨率使得这套设备对宇宙噪音的处理能力非常出色,让“天眼”在外星人搜寻上如虎添翼。专家表示,FAST作为世界最

大的单口径望远镜,将在未来20至30年保持世界一流地位。

### “中国天眼”能“看”多远?

能刺穿“光年之外”,刷新宇宙深空的天图;能巡视宇宙大爆炸“踪迹”,洞悉宇宙“前世”……

“中国天眼”有五大科学目标:巡视宇宙中的中性氢,研究宇宙大尺度物理学,探索宇宙起源和演化;观测脉冲星,研究极端状态下的物质结构与物理规律;主导国际低频甚长基线干涉测量网,获得天体超精细结构;探测星际分子,搜索可能的星际通信信号;探寻地外文明。为了这五大目标,“天眼”全副武装,前所未有地扩大了人类探索宇宙的“可视范围”——与美国的“凤凰”计划相比,口径500米的“中国天眼”可将类太阳星巡视目标扩大至少5倍,可有效探索的空间范围体积远超此前最先进的射电望远镜。

## 让FAST更FAST!上海算力助力天眼“耳聪目明”

■本报记者 沈淑莎

作为世界最大口径、最灵敏的射电望远镜,“中国天眼”(FAST)的大口径、高灵敏度也意味着每秒接收到的海量信息。

为了让各国科学家更好利用“中国天眼”聆听宇宙深处的声音,一支上海科学家团队正在提升FAST海量数据的传输速度,降低“丢包率”,让天文学家从每天“研读”近万张图谱中解放出来。此举也将为大科学装置超大规模数据流提供“准实时”保障。

### 定制计算实现数据“海选”而非“盲选”

FAST这口“大锅”的接收面积相当于30个足球场大小,一根天线背后就有19路接收机,每秒钟产生38GB的数据。

“这意味着,用不了7秒,FAST产生的数据就能挤爆一部256GB的手

机。”中科院上海高等研究院感知与计算实验室研究员祝永新说,如果这些海量数据不能及时处理,将对后续的数据存储和信息处理带来很大麻烦。

祝永新从2018年开始研究FAST数据的预处理压缩技术。目前已经能做到将不确定的科学目标的数据无损压缩到原来的1/3;对目标明确的数据进行有损压缩,压缩算法执行时间只需原来的1/30,“比如一个2G大小的数据,原本要花3分钟进行压缩,经过处理之后,几秒钟就完成压缩。”

通过FAST观测宇宙,科学家需要对接收到的海量数据进行大规模计算,把原始信号转换成可以观察的图谱。为此,祝永新还为FAST的数据处理在软硬件方面做了“私人订制”——利用异构加速部件,针对感知的数据编写专属算法,帮助科学家在海量数据中实现“海选”而非“盲选”。据测试,部分关键算法的效率提高了5到10倍,并有望进一步提高。数据传输更快、计算更有效,这样FAST在发现科学目标时就

会更加“耳聪目明”。

FAST自去年1月通过国家验收以来,已发现300颗脉冲星。为发现更多脉冲星,以及一些更奇特的天体,比如双脉冲星,祝永新课题组与FAST科研人员合作开发了新的机器学习方法,这让天文学家从每天需要看近万张图谱的“繁重劳动”中解放出来,只需集中精力关注百余张图谱即可。

### 降低数据快递“丢包率”,实现“准实时”处理

就在前几天,祝永新刚去了一趟“中国天眼”。为了让它看到宇宙更深处,捕获更多的脉冲星,团队正在改进数据传输的准确度。“就像是送数据‘快递’,每999万个会弄丢1个,我们的目标是要把‘丢包率’再降低一到两个数量级。”祝永新说。

FAST只是数据预处理技术的应用场景之一。比如平方公里阵列射电望远镜(SKA),它由数千个较小的碟形天线构

成,总接收面积可达一平方公里,这将对科学大数据流的处理提出更高要求。

为此,祝永新又承接了新的课题,包括两个方向的改进:一是让数据传输的“丢包率”再降低一到两个数量级;二是研制脉冲星干涉消色散处理原型机,以实现更强的抗干扰能力,以满足“准实时”处理的要求。他表示,该项目完成后,数据处理方法在某些领域可达世界领先水平。

事实上,科学大数据并非FAST一家独有,而是未来大科学项目的常态。上海光源、硬X射线自由电子激光装置等大科学装置都会产生比FAST比特率更高的数据流,即超大规模数据流,对FAST的数据预处理可为我们今后处理更大规模的科学数据提供宝贵经验。

目前,祝永新的一些研究成果已在多个领域得到应用。比如,定制计算技术已应用于国产大飞机试飞数据和国家电网关键设备的异常处理。通过对大规模物联网数据进行实时分析,可检测甚至预测到异常情况的发生,防患于未然。

### “中国天眼”向全球开放让诺奖得主跃跃欲试:

## “我会考虑申请FAST观测项目”

本报讯(记者沈淑莎)“中国天眼”向全球开放,这让包括多位诺奖得主在内的各国科学家兴奋不已。昨天,三位世界顶尖科学家协会(WLA)会员、诺贝尔物理学奖获得者乔治·斯穆特三世、约瑟夫·泰勒和谢尔顿·格拉肖,第一时间与记者分享了他们对FAST的期待。

2006年诺贝尔物理学奖得主斯穆特三年前就实地参观过FAST项目。他回忆说:“当时FAST基地里每个人都很忙,不过大多数是工程师,科学家还不

多。”参观结束后,他和博士后研究员伊万·德博诺撰写了一篇文章,提议FAST进行21厘米谱线的天空勘测,绘制从银河系到宇宙一半光年半径三维宇宙图。

斯穆特说,目前他已经开始了新的研究计划,仍然有可能会考虑申请FAST观测。他建议为FAST系统设计一套观测程序,以了解关于天体物理学和宇宙学的各种现象。

1993年诺贝尔物理学奖得主约瑟夫·泰勒对于FAST的开放观测作出了

高度评价。他表示,人类对太阳系外宇宙的了解几乎都来自电磁辐射,通过人眼和光学望远镜仅能获知整个电磁频谱的一小部分。射电望远镜可提供有关宇宙起源和进化方面的信息,而FAST拥有世界上独一无二的天文探测能力。“对这些功能有需求的天文学家和物理学家肯定会充分利用FAST,并从中国的慷慨分享中受益。理想上,基础科学研究是一份没有国界的伟大事业。”他说。

1979年诺贝尔物理学奖得主谢尔顿·

格拉肖认为,FAST可能是实现重大发现、甚至可能获得诺贝尔奖或其他重要奖项发现的仪器。他建议,依托FAST开放观测项目申请,继续加大天文学的国际合作,这将使FAST更有可能做出大奖级别的发现。

在FAST是否会引来外星人的问题上,三位WLA会员科学家保持了高度一致:FAST可以接收信号,但不会向宇宙广播。斯穆特介绍说,FAST制造了一种用于搜索外来无线电信号的监听设备:“早期在伯克利,我们已经为CMB(宇宙微波背景)和SETI(搜寻地外文明计划)开发了一些信号处理和数字电子设备,并且该设计已传给FAST,所以他们将拥有一个SETI的现用程序。”

格拉肖则表示:“在任何情况下,我都认为没有危险。外星人不会检测到这种信号,他们通常离得太远,不会惹麻烦。”