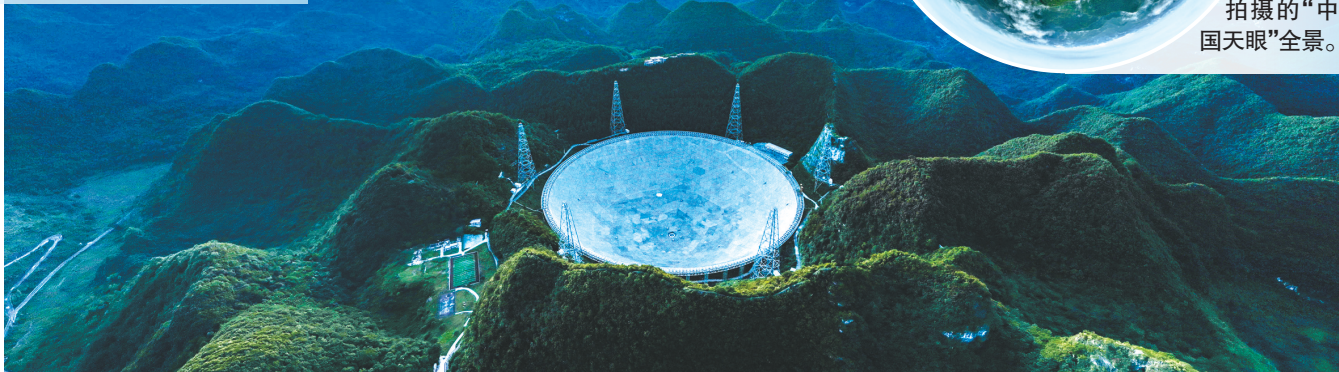


“中国天眼”： 极目百亿光年之外



“中国天眼”夜景。



6月22日
拍摄的“中国天眼”全景。

2022年7月21日，霞光中的“中国天眼”。

国际学术期刊《自然·天文学》近期发表了中国科学家一项重要发现——通过“中国天眼”FAST的观测，一颗原本被认为“熄灭”的脉冲星，仍然可以探测到极其微弱的窄脉冲。这是“中国天眼”探测到的脉冲星辐射新形态，对揭示脉冲星磁层的极端物理环境等具有重要科学意义。

这颗脉冲星，是“中国天眼”FAST“入职”以来，发现的800余颗脉冲星中的一颗，这些重要发现为人类研究宇宙提供了很多有利的数据帮助。

从古人发出的“日月安属？列星安陈？”的《天问》，到如今借助全球最大且最灵敏的单口径射电望远镜，将人类“视界”延伸到百亿光年之外。从选址、建设、调试、运营，“中国天眼”建设运维过程中的每一个环节，无不在运用中国智慧和中国制造，在人类极目宇宙的道路上贡献着力量。

全球最大最灵敏单口径射电望远镜

20世纪90年代，“中国天眼”设想提出时，大胆到有些突兀。

当时中国最大的射电望远镜口径不到30米，德国的埃菲尔伯格望远镜口径100米的世界纪录已保持多年，而“中国天眼”的目标是500米。

中国曾是世界上天文记录最久远、最完整的国家。在超过3000年的时间里，华夏文明连续不断地记录着各种天文现象，中国古代天文学家编制了100多种天文历法，也发明了大量的天文仪器。

但近代以来，中国天文学跟其他科学技术一样，大大落后于率先完成工业革命的西方国家。即便在上世纪，老一辈天文学家也只能寻求与国外合作，相当于借用别人的望远镜，大多只能做一些边缘课题。

FAST的理想建造地对地形、地质、水

文等都有着极高要求，为了给望远镜找个最合适的“家”，当时年近50岁的南仁东带着团队与300多幅卫星遥感图，风餐露宿地奔走于贵州大山深处。

12年时间里，他们几乎走遍了贵州所有的喀斯特洼地，最终从300多个候选洼地里，选择了平塘县大窝凼——最适合“天眼”的深深“眼窝”。

2011年3月动工开建，2016年9月落成启用，横空出世的“中国天眼”刷新了世人对射电望远镜的认知极限：

口径500米，仅圈梁、索网和支撑馈源舱的6座高塔就用掉1万多吨钢材；反射面板总面积25万平方米，相当于30个标准足球场，用掉2000多吨铝合金；如果将“中国天眼”装满水，全世界每人可以分到2升……

“中国天眼”落成启用当日，71岁的南仁东站在“中国天眼”的圈梁上对记者深情地说：“这是一个美丽的风景、科学风景！”

2017年9月，南仁东因肺癌去世。走前，他实现了奋斗一生的梦想——建一台世界最大最强的射电望远镜。现在，“中国天眼”已成为全球最大且最灵敏的单口径射电望远镜，极大拓展了人类观察宇宙视野的极限。

不断挑战认知和技术极限

独一无二的科学工程，没有经验可循，注定会面临史无前例的挑战。

反射面板如“中国天眼”的“视网膜”，索网则是支撑“视网膜”的“神经系统”。“中国天眼”反射面板虽只有1毫米厚，也要使用2000多吨铝合金，其索网结构是世界上跨度最大、精度最高、工作方式最特殊的，对抗疲劳性能的要求极高，现有钢索都难堪重任。

FAST运行和发展中心常务副主任、总工程师姜鹏带着一帮青年人，用整整两年时间，进行了大规模的索疲劳试验。近百次失败，从千头万绪中不断探



工作人员在调试馈源接收机拆装机机器人。



7月26日，工作人员在“中国天眼”馈源舱前。

寻解决问题的关键，终于攻克超高强度、抗反复拉伸的钢索，首创主动变形反射面，使望远镜覆盖40度天顶角，成功支撑起“中国天眼”的“视网膜”。

“没人告诉你可以怎么做，谁也没有把握自己的方法一定行。”姜鹏告诉记者，“反复试验、多次失败、越挫越勇”的艰难攻关几乎贯穿了FAST建设阶段的每一个环节。

仅在建设阶段，“中国天眼”就获得了钢结构、自动化产业、机械工业、创新设计、测绘地理信息技术、电磁兼容研发、建设工程等10余个领域的国家大奖。

在调试阶段，“中国天眼”又碰到难题。“‘积木’搭好了，但望远镜不能按照总控的指令高效运行。”FAST运行和发展中心测控部主任孙京海说，“简单的修复解决不了问题，控制系统必须推倒重建。”

为了尽快开发出新的控制系统，孙京海无数次挑灯夜战至东方既白，几乎重写了全部核心算法代码。他心里只有

一个信念：不能让工程调试进度耽误在自己这里。最终，在正式测试时，一套为“中国天眼”量身定制的控制系统，所有指标一次通过。

“中国天眼”世界最大、最灵敏的特性，激发了很多特殊的技术需求，需要中国科学家们充分发挥主观能动性和创造力，在不断“挑战认知和技术极限”、不断“发现问题、解决问题”中优化升级。

今年7月底，在中国科学院国家天文台、哈尔滨工业大学等10家单位共同努力下，国家重点研发计划“智能机器人”重点专项“重大科学基础设施FAST运行维护作业机器人系统”项目通过验收，极大提升了“中国天眼”运维质效，年观测时间可增加1000小时左右。

不断拓展人类观天视野极限

发现800余颗新脉冲星、首次在射电波段观测到黑洞“脉搏”、探测到纳赫兹引力波存在的关键证据……“中国天眼”成果频出，不断拓展人类观测宇宙的视野极限。

快速射电暴(FRB)是宇宙中最明亮的射电爆发现象，在1毫秒的时间内能释放出太阳大约一整年才能辐射出的能量。得益于“中国天眼”的超高灵敏度，中国科学家领导的科研团队发现了首例持续活跃重复快速射电暴FRB 20190520B，对更好理解这一宇宙神秘现象具有重要意义。

国家天文台研究员李柯伽所在的中国脉冲星计时阵列(CPTA)研究团队利用“中国天眼”，探测到纳赫兹引力波存在的关键性证据。

“FAST的灵敏度让中国天文学家站在了人类视野的最前沿。”李柯伽说，凭借“中国天眼”的优良性能，CPTA研究团队以数据精度、脉冲星数量和数据处理算法上的优势，弥补了观测时长的差距，使我国纳赫兹引力波探测和研究同步达到世界领先水平。 文图均据新华社

量子纠缠研究新突破！新成果奠定光晶格量子计算基础

量子纠缠是决定量子计算性能的重要技术。中国科学技术大学9月6日发布消息，该校潘建伟院士、苑震生教授等与清华大学马雄峰副教授、复旦大学周游副研究员合作，近期使用光晶格中束缚的超冷原子，通过多项创新技术制备出多原子纠缠态，向制备和测控大规模中性原子纠缠态迈出重要一步，为研制新型高性能量子计算机奠定基础。国际知名学术期刊《物理评论快报》不久前发表了该成果。

量子纠缠是量子计算的核心资源，量子计算的性能将随纠缠比特数目的增长呈

指数增长。因此，大规模量子纠缠态的制备、测量和相干操控是该研究领域的核心问题。在实现量子比特的众多物理体系中，光晶格中的超冷原子比特具备良好的相干性、可扩展性和高精度的量子操控性，成为实现量子信息处理的理想体系之一。

自2010年开始，中国科大研究团队系统研究了光晶格中原子的多体相变、原子相互作用、熵分布动力学等，并于2020年实现纠缠保真度为99.3%的1000多对原子纠缠态。但是，由于技术上对单原子比特的操控仍不足，光晶格相位

漂移较大，缺乏多原子纠缠判定的有效方法，进一步连接纠缠对和测控多原子纠缠态遇到瓶颈。

为解决上述问题，近期潘建伟、苑震生团队研发了一种新型的等臂交叉束干涉、自旋依赖超晶格系统，并集成了自主研发的单格点分辨、宽波段消色差的量子气体显微镜和多套用于光斑形状编辑的数字微镜，兼具多原子全局并行和局域单格点测控的能力，并实现了晶格相位长期稳定。

在此基础上，科研人员取得了填充率为99.2%的原子二维阵列的制备及原

位观测，选择其中49对原子制备了纠缠贝尔态，平均保真度为95.6%，寿命为2.2秒。他们还使用纠缠门将相邻纠缠对连接起来，制备了10原子一维纠缠链和8原子二维纠缠块，首次突破了光晶格中原子纠缠对连接和多原子纠缠判定的瓶颈，为开展更大规模的光晶格量子计算和模拟打下基础。

《物理评论快报》高度评价该成果，审稿专家认为：“此工作向使用光晶格体系开展基于测量的量子计算迈出重要一步。” 据新华社