执行主编：刘琳佳 责任编辑：刘雪娇 电话：(0451)84612187 E-mail:nhlnrb@163.com

中国天眼这十年看到了什么

贵州平塘，喀斯特大窝凼洼地中，500米口径球面射电望远镜守望苍穹已有10年。2016年9月25日，“中国天眼”落成。从落地建成到稳定高效运行，“十年一剑”，这台国之重器完成了从“建得成”到“用得好”的跨越。



“持续产出顶尖科研成果，才能体现‘中国天眼’真正的价值。”在中国科学院国家天文台副台长、“中国天眼”运行和发展中心主任兼总工程师姜鹏看来，建成只是开始，好用才是关键。

大窝凼群山环抱、远离喧嚣，屏蔽了绝大多数人工电磁干扰。得天独厚的自然条件，以及超大口径、超高精度、超高灵敏度的独特属性成就了“中国天眼”的观测优势，但也带来诸多运维难题。

“山间温差、风力、湿度的细微变化，都会引发面板微小变形，哪怕毫米级的偏差，都会直接影响宇宙信号的捕捉精度。”姜鹏说。“中国天眼”落成后的两年多里，姜鹏带着团队继续扎根深山、常驻基地，开始了漫长的调试攻坚工作。为了让每一块反射面板精准对位，团队开展了上万次模拟测算、上千次实地调试；为了保障信号接收系统稳定运行，工作人员全天候值守监测，不放过任何一处细微故障。

最难啃的硬骨头，是馈源舱的调试。30吨重的馈源舱悬吊在140米高空，要在200多米的尺度内实现毫米级精准定位，试验风险巨大。姜鹏与时任调试核心组控制组组长孙京海签下启动现场测试的责任状。当馈源舱稳稳完成全套测试动作，现场人员如释重负。

从零起步、自主探索，日复一日地坚持下，团队最终攻克了测量与控制技术方法、国产化钢丝绳和高性能接收机研制等多项前所未有的技术挑战，造就一台真正“好用”的望远镜。

“传统大型射电望远镜，调试周期普遍不少于4年，而我们仅仅用两年多时间，就完成了全部调试任务，让‘中国天眼’的观测灵敏度、巡天效率和信号捕捉能力持续领跑全球。”姜鹏说，这也是它源源不断产出重磅科研成果的底气所在。

10年来，“中国天眼”核心部件国产化的攻坚，一步未停。

科研团队联手国内企业，将前沿理论调研和产业工程实践深度融合。姜鹏说：“我们消化吸收国外先进的编绳工艺，再结合‘中国天眼’的实际工况不断迭代创新。经过3年反复试验打磨，国产钢丝绳终于研制成功并顺利安装，成本较进口降低近一半，性能达到国际同等水平。”

10年耕耘，“中国天眼”交出了一份耀眼的答卷：截至目前，累计发现1300余颗脉冲星，这一数字远超同期全球所有其他射电望远镜发现脉冲星数量的总和。一系列全新天体的发现，丰富了人类对恒星演化、星系演化及宇宙起源的认知体系。在快速射电暴探测、星际分子观测、黑洞演化研究、深空中性氢测绘等前沿领域，“中国天眼”持续取得重大突破，多项研究成果登上国际顶级学术期刊，让中国射电天文研究拥有了更多话语权。

《人民日报》

为何要把“钟”做进原子核

时间计量，本质上就是找一个足够稳的“节拍”来计数。清华大学物理系副教授、北京量子信息科学研究院兼聘研究员丁世谦说：“时间是人类测量得最精确的物理量，精度远高于其他物理量。物理学上想把一个量测准，通常都会想办法把它转换成对时间的测量。时间，处在一个特殊的地位上。”

目前最精确的原子光钟，数的是原子内部电子跃迁的“节拍”，已经准到运行千亿年误差不超过一秒。但要把原子光钟做到极高精度，需要精细控制电场、磁场、温度以及激光系统等带来的各种扰动，因此目前性能最高的原子光钟仍主要运行在实验室中，其小型化和工程化仍面临挑战。

核光钟换了一个频率参考。它数的不是电子跃迁，而是钍-229原子核内部的跃迁频率。丁世谦说：“核光钟跟原子光钟的区别，就是频率参考不再用电子跃迁频率，而是用原子核内的跃迁频率。原子核比原子小了四五个数量级，而且质量比电子重得多，这导致跃迁频率更稳定，对周围电磁环境不敏感。”

他进一步解释：“正因为不敏感，我们甚至可以把钍-229原子掺杂在固体里面，做成方便搬运的固体核光钟。这就意味着，我们终于有望能把极高精度的计时装置从实验室里拿出来。”由此，核光钟被视为继原子微波钟、原子光钟之后的新一代时间频率标准，也是当前量子精密测量领域国际竞争的前沿。同时，钍-229核跃迁对基本常数变化等新物理效应格外敏感，可为检验基本物理规律提供新的探测手段。

丁世谦说：“已知的20万个原子核激发态，跃迁能量几乎都在万电子伏以上，对应的激光波长在0.1纳米以下。这个波段，现有技术根本不知道怎么做激光器。钍-229是一个极其特殊的例外——它的跃迁能量只有8.4电子伏特，对应148纳米。这使得钍-229成为目前唯一已知的可以用激光操控的原子核跃迁，也是目前唯一有可能做核光钟的候选者。”这也正是核光钟被看作新一代时间标准的原因——它不仅有望更准，更意味着人类对量子世界的操控从电子尺度深入到了原子核尺度。

《光明日报》

先贤匠影

铁火轰鸣 震天雷

在中国古代火器发展史上，震天雷作为北宋至金代期间改良而成的巨型铁壳爆炸火器，标志着爆炸性武器从燃烧性火器迈入了铁壳破片杀伤的新阶段。它通常以生铁铸造，形如匏状或合碗，内装颗粒状火药，顶部留出引信孔。火药点燃后，铁壳在高压下瞬间炸裂，产生高速破片与剧烈冲击波，其声如雷震，热力覆盖半亩以上，成为宋金元时期城垒争夺战中的核心攻坚与防御利器。

从科技演进的角度看，震天雷的诞生并非偶然，而是火药配方、铸造工艺与军事需求三者交汇的产物。北宋末年，火药配方已从单纯的燃烧性配方逐步转向爆燃性配方，硝石比例提高，使火药在密闭空间内能产生瞬间高压气体。与此同时，生铁铸造技术日趋成熟，工匠能够铸造出壁厚均匀、密封性良好的铁壳容器。这两项技术的结合，使震天雷得以实现从燃烧到爆炸的质变。

震天雷的实战效能，在宋金元时期的战史中留下了清晰的科技印记。金史赤盏合喜传记载，1232年，蒙古军攻汴梁今河南开封，金兵以震天雷守城。其守城器具中名为震天雷者，以铁罐盛药，火点之后炮起火发，其声如雷，闻百里外，所燃范围半亩之上，火点着甲铁皆透。面对蒙古军以牛皮包裹的掘城工事，金人用铁绳悬吊震天雷顺城而下，至挖掘处火发，人与牛皮皆碎迸无迹。

从技术扩散的角度观察，震天雷的制造工艺在宋金元之间迅速流转并不断优化。宋史马塑传记载，至元十四年即1277年，元军攻静江今广西桂林，守城宋将率部以大型铁火炮殉难，燃之声响如雷霆，震城土皆崩，烟气涨天外，兵多惊死，火熄后视之灰烬无遗。南宋宝祐五年即1257年，李曾伯奉命调查军备时提及，当时荆州一月可造铁火炮一二千只，荆淮之铁火炮动十数万只。这一数据从侧面反映了当时铁火炮已实现规模化、标准化生产，铸造工艺已具备批量制造能力。元军东征日本时亦曾使用震天雷，日本画家竹崎季长在蒙古袭来绘词中描绘了其炸裂时的情景，表明这一技术已跨越国界，成为东亚地区共知的军事科技。

本报综合

承印单位：黑龙江龙江传媒有限责任公司、经济日报印刷厂、广州蓝海印刷有限公司、河北报业传媒集团印务有限公司、河南省邮电科技有限公司、山东大众华泰印务有限责任公司、西安蓝星新技术开发有限责任公司、江苏鸿兴达邮政印务有限公司