

随着人类科学技术的进步, 遥望“宇宙之光”的天文学在20世纪30年代, 衍生出新的分支学科——射电天文学。尽管这是一个年轻学科, 但发展至今, 已经产生了6项相关的诺贝尔奖。上世的“四大天文发现”——类星体、脉冲星、星际分子和微波背景辐射都是利用射电观测手段测得的。射电天文学堪称孕育重大天文发现的摇篮, 在国际天文学界已成共识。

何为“射电”? 它其实是天文学中的独有说法, 指的是来自天体的无线电波。曾几何时, 世界领先的射电天文望远镜均由欧美国家

建造。2016年, 500米口径球面射电天文望远镜(英文缩写“FAST”)在贵州省平塘县建成, 我国在相关领域跨入了世界先进行列。

FAST是中国之最, 也是世界之最, 它由我国天文学家南仁东带领的团队于1994年提出构想, 中国科学院国家天文台主导建设, 具有我国自主知识产权, 是当今世界最大单口径、最灵敏的射电天文望远镜。

今天, 让我们一起走近这个遥望星空的国家大工程——“中国天眼”FAST。

让5G为军事赋能

■贾哲 蔡春晓 林旺群

论见

5G是第五代移动通信系统的简称, 今年被称为5G元年。随着5G逐步走向商用, 人类将跨入“万物互联、万物智能”新时代。5G也将推动军事智能的深化应用, 加速军事智能化时代的到来。

当前, 世界很多国家已经预先开展有关5G通信技术的军事应用研究。去年12月, 美国国际战略研究中心就发布了题为《5G技术将重塑创新与安全环境》的报告, 着重指出, 5G将成为影响军事能力的基础技术。

5G对军事智能的推动有两大方向。一个方向是面向对抗激烈的战场环境。由于5G网络在抗毁性、抗干扰性和安全性等方面有着较高要求, 目前直接应用于战场环境有一定难度, 但军事通信网络可以通过融合5G技术大幅提升性能, 进而大幅提升作战的信息化、无人化和智能化水平。另一个方向是非对抗条件下的军事活动, 可以直接依托5G网络为“智能演习”“智能后勤”“智慧军营”服务。

在智能化战争中, 5G赋能的军事通信网络能够发挥以下作用: 一是有助于提升战场态势共享能力。借助5G技术构建的宽带传感器通道, 从指挥员到普通士兵都可获取内容更为丰富、准确的战场态势, 也将推动图像语音智能识别、态势信息智能融合技术的发展与应用。二是有助于推动无人系统的广泛应用。在5G技术支持下, 所有作战人员之间、人机之间、无人系统之间, 都可建立即时可靠的通信连接。频繁的信息交互, 能够缩短无人系统的反应时间, 加快群体智能的涌现速度, 促进无人系统智能化程度的提升和运用规模的扩大, 使群体智能无人系统成为未来战场的主战力量。三是有助于促进指挥控制向智能化转变。在5G技术支持下, 战场上信息交

互量更加庞大、交互实时性更高, 单纯人脑已难以胜任指挥控制的重任, 人机结合的智能化指挥控制将会深化发展。从指挥枢纽到战术边缘, 智能系统都能提供高价值的情报信息和决策建议, 指挥决策的智能化水平将会不断提升。同时各作战单元也能近乎实时地上报信息和接收指令, 实现精确的协同行动, 显著增强行动控制能力。

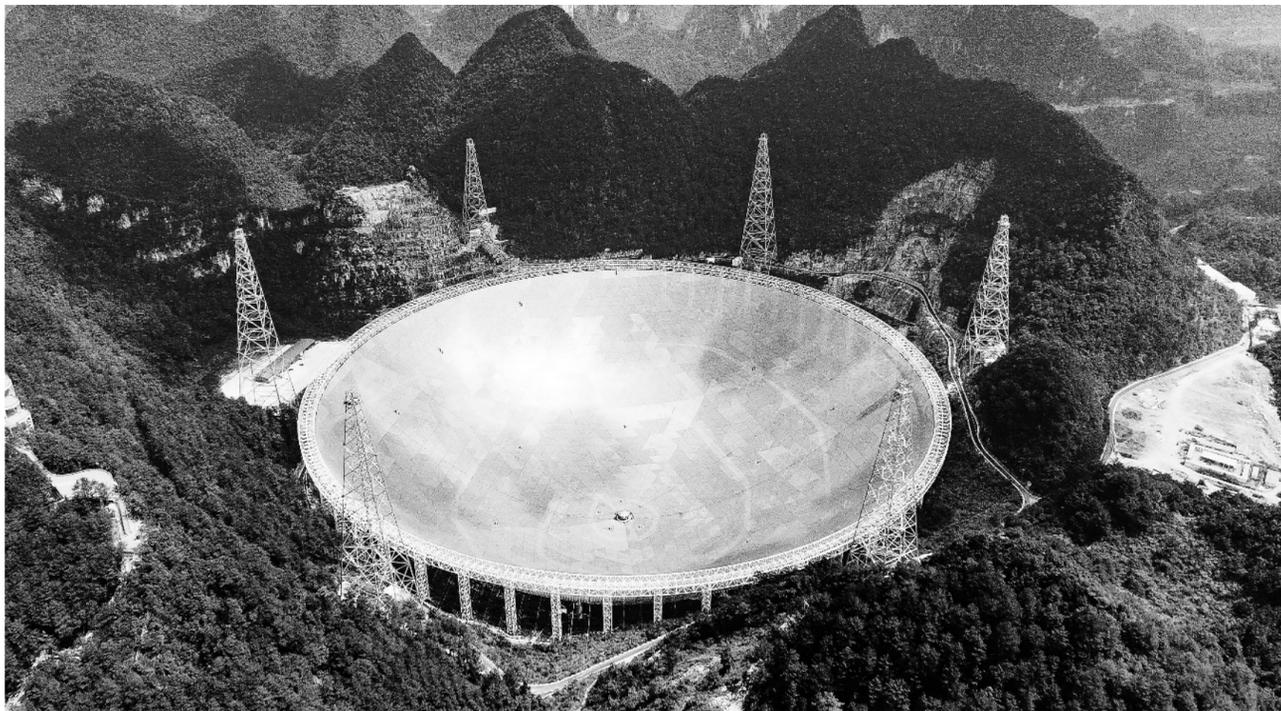
在“智能演习”中, 5G网络与现有军事通信网络互不影响, 可以作为勤务信息和演习数据的传输通道, 实时收集作战人员和武器平台的训练信息, 实时传回演习现场的高清图像, 对演习过程进行智能化分析, 及时掌握演习进程和发现问题。5G网络还能推动虚拟现实和增强现实技术在演习活动中的应用, 使参训人员能够在虚拟环境和增强现实场景中, 进行大规模对抗演练, 从而强化实战化体验, 增大演习效费比。

在“智能后勤”中, 随着射频识别技术、二维码技术和智能传感技术的突破, 依托5G网络, 部队后勤系统能够自动获取在储、在运、在用物资的信息, 实时掌握部队补给需求, 从而对装备物资进行智能化管理, 实现在准确地点、准确时间向作战部队提供合适的补给, 避免不必要的混乱和浪费。同时, 还能根据物资消耗情况作出智能预测, 提前协调、控制、组织和实施装备物资的生产供应。

在“智慧军营”中, 依托5G网络, 能够构建智能警卫勤务平台, 实现联网视频巡查、智能感知报警、异常情况快速定位与处理, 提高营区综合防护水平, 降低警卫勤务工作强度; 能够建立智能学习系统, 自动检索网上资源, 构建内容多元、环境开放、主体广泛的网络课堂, 实时进行互动, 引导官兵学习军事和科学文化知识; 能够运行智能办公系统, 突破时间与空间限制, 实现非密业务的分发流转与呈报审批, 辅助开展办公作业, 及时提醒待办事项, 提高工作质效。

领略“中国天眼”的独特魅力

■本报记者 韩卓业



高技术前沿

登高远眺, 感知“天眼”规模之大、能力之强

从1937年世界上第一架口径9.5米的射电天文望远镜建成至今, 射电天文望远镜的口径不断增大, 这是因为它的灵敏度与其反射面口径成正比。人类要想不断探索遥远深邃宇宙中的奥秘, 就必须研制更大口径的射电天文望远镜。

被称为世界最大单口径射电天文望远镜的“中国天眼”, 其反射面是由4450块、186种大小不同的三角形反射板组成, 每块板的平均边长约为11米, 其反射面总面积相当于30个标准足球场那么大。

从1994年启动选址, 到2011年动工, 再到2016年竣工, 建设者们用了22年时间, 建成了这座举世瞩目的“中国天眼”。

大家可能会想, “中国天眼”除了大, 还有什么独特之处呢? 捕获“天外之声”, 探析宇宙奥秘, 它有能力间接观测暗物质和暗能量, 可从宇宙起源到星际介质的探索、对暗弱脉冲星及其他暗弱射电源的搜索、对地外理性生命的搜索等方面, 实现科学技术的重大突破。

作为射电天文望远镜, “能捕捉到更微弱的信号”才是核心能力所在。所以, “中国天眼”最为突出的, 就是其超强的灵敏度。正如我国著名光电子学家王启明所说: “假设你在月球上打电话, FAST就可以探测到你的信号。”由于胜人一筹的灵敏度, FAST能探测到更暗弱的天体。

美国物理学家约瑟夫·泰勒曾介绍, 自己在美国阿雷西博305米口径射电天文望远镜的帮助下, 与另一学者共同发现了双星系统脉冲星, 继而利用该望远镜进行长期观测, 为引力波的存在提供了坚实的证据, 于1993年获得诺贝尔物理学奖。有关科学家说, FAST与被评为人类20世纪“十大工程”之首的美国阿雷西博305米口径射电天文望远镜相比, 灵

敏度提高2倍。

中国科学院国家天文台副台长郑晓年也表示, 作为世界最大的单口径望远镜, FAST将在未来10至20年内保持世界一流设备的地位。

深空狩猎, 科学家们特别希望FAST能够发现银河系外新的天体, 特别是快速旋转、密度极高的脉冲星。如果FAST能发现河外星系中的射电脉冲星, 将在国际上具有开创性意义。

据了解, 虽然建成的时间不长, 但FAST工程的技术团队已开始着手进行相关观测。

置身其中, 感知“天眼”设计之精、工程之巧

如果有幸能够走近“中国天眼”, 那么你一定会被其各个环节的精巧设计所震撼。

“中国天眼”有着数不尽的“神工天巧”, 索网结构就是其中最亮眼的一个。作为主动反射面的主要支撑结构, 其索网结构是反射面主动变位工作的关键。它的一些关键指标, 远高于国内外相关领域的规范要求。例如, 主索长度控制精度须达到1毫米以内, 主索节点的位置精度须达到5毫米以内。其中, 索构件疲劳强度不得低于500兆帕, 相当于国际规范定值的2.5倍。因此, 相当于国际规范定值的2.5倍。因此, 相当于国际规范定值的2.5倍。

6670根主索、2225个主索节点及相同数量的下拉索, 完整地拼出了FAST的索网。拼装完成后, FAST的巨大反射面看起来就像一口“超级大锅”, 6个支撑塔高高耸起, 网格逐渐爬满了“锅底”, 向上延伸“咬住”环梁, 反射面被一圈一圈铺满索网的空隙, 织成巨网。

这一索网结构, 是世界上第一个采用变位工作方式的索网体系。也就是说, 索网可以根据观测天体的方位, 启动驱动器控制下拉索, 在FAST反射面的不同区域形成直径为300米的抛物面, 以实现精确观测。有人把这个可移动的抛物面形象地称为“中国天眼”的“虹膜”。

提到“虹膜”, 就不得不再说说“中国

天眼”的“瞳孔”——馈源舱。馈源是指射电天文望远镜用来接收天体信号的系统, 馈源舱就是用于安放这个系统的平台。

美国阿雷西博射电天文望远镜的馈源平台重近千吨, 几乎等于用固定轨道把平台架设在半空。这样的设计, 虽有利于馈源的定位, 却缩小了观测角度。FAST最终创新性地采取轻钢索支撑馈源平台方案, 把馈源舱减重到30吨, 由6条600多米长的钢索吊在空中精准定位, 误差不得超过48毫米。这样的工程难度, 世界上前所未有。

“我们采用了光机电一体化技术, 创新性地提出了轻钢索支撑馈源平台, 并使用并联机器人进行二次精调, 实现高精度指向跟踪。这也是FAST的‘三大自主创新’之一。”FAST馈源支撑系统总工程师朱文白说, “通过卷扬机收放钢索, 可以驱动馈源舱在一个距离地面高140米至180米、直径为207米的球冠面上运动, 最大定位精度小于10毫米。”

FAST建设之精巧, 还体现在选址上。科技人员利用平塘县喀斯特漏斗洼地, 依托当地独特的山体优势, 顺势建成了“中国天眼”。

“天然的喀斯特地形, 可使雨水不会存积, 与望远镜形状接近的山体洼地, 又可以令工程开挖量大大减少, 从而节省工程造价。”国家天文台高级工程师朱明介绍, 科研人员对台址选择制订了非常“苛刻”的筛选指标, 既要研究台址自身的岩体结构、水文情况、长短轴比例、挖填土方是否合适, 还要考察台址山形的闭合情况、几何形状是否达标, 最后再综合台址地区的地质灾害、地震风险、气象条件、无线电环境等是否满足条件。

经过10余年的精挑细选和实地勘察, 现址从一万多个备选地点中脱颖而出。

纵观中外, 感知“天眼”建设之快、影响之广

我国的射电天文学研究起步比国际上其他国家晚了十多年。“起步比别人晚, 就要比别人花更多时间, 走得快一点, 否则永远赶不上。”FAST首席

科学家、总工程师南仁东把生命中近三分之一的时光都奉献给了FAST。

1993年, 国际无线电科学联盟大会在日本东京举行。有科学家提出, 在全球电磁环境继续恶化之前, 人类应该建造新一代射电天文望远镜, 接收更多外太空的讯息。南仁东认为, 这对中国来说是个千载难逢的好机会。“建造新一代射电天文望远镜”这个大胆的设想油然而生。然而, 对于20世纪90年代初的中国来讲, 如此设想可谓“胆量超大”。

尽管如此, 南仁东还是毅然决然地选择了坚持。他为找到一个合适的台址, 用了10余年时间走遍贵州的山山水水, 实地考察了上百个窝凼。

终于, 2007年7月, FAST作为“十一五”重大科学装置正式被国家批准立项。从那一天起, FAST就如同其英文缩写(快速)一样, 开始了快速建设之旅。

FAST建设在没有任何延期一天。工程建设从2011年3月5日开工报告批复之日起, 到2016年9月25日如期竣工, 历时2011天, 全程没有出过重大安全事故。

FAST快的调试期不到两年。大型望远镜的调试期一般超过4年, 比如美国绿岸GBT望远镜(100米)花了6年, 意大利SRT望远镜(64米)超过5年。

FAST快的调试阶段就已开始进行早期科学研究。在不断校准“中国天眼”的“视力”过程中, 中国天文学家们争分夺秒地开展科学观测。在望远镜还不能移动的情况下, 他们就采用漂移扫描的方式, 让地球自转带着“中国天眼”巡天。建成还不到一年, FAST就实现了精确跟踪观测模式, 验证了其超高的灵敏度和望远镜效率。

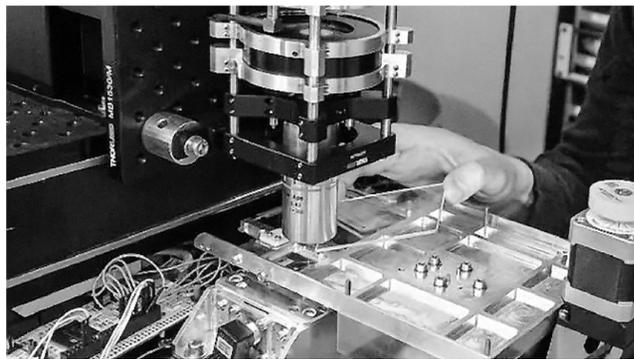
FAST快的调试阶段就开始系统发现新脉冲星。目前已发现了90余颗脉冲星候选体。这归功于科学团队提前准备, 对团队成员进行了相应的观测及数据处理训练, 开发了创新搜索软件和数据库……

科技是国之利器, 大科学装置无疑是利器的锋刃, 是当之无愧的国之重器。22年铸就而成的“中国天眼”, 值得信赖, 更值得期待!

上图: 空中俯视图“中国天眼”。张曦供

玻璃硬盘: 存储保质千年

■方潇澎 马艺训 仇成梁



新看点

随着科学技术的发展, 人类发明了纸张、胶片、磁带、磁盘、光盘等介质, 来存储相关资料和数据。然而, 纸张容易腐烂, 胶片终将褪色, 磁盘、光盘的使用寿命, 让地球自转带着“中国天眼”巡天。建成还不到一年, FAST就实现了精确跟踪观测模式, 验证了其超高的灵敏度和望远镜效率。

近日, 国外一家科技公司与一家电影公司合作, 将一部75.6G的电影存储到了一块长和宽均为75毫米、厚度为2毫米的玻璃上。这标志着玻璃硬盘正式由概念落地为实物。

与磁性硬盘的黑盒读写存储方式不同, 玻璃硬盘的数据存储和读取都需借助“外力”。研究人员利用飞秒激光熔融玻璃, 在玻璃片不同的深度和角度创建多层三维纳米光栅进行数据编码, 这个编码包括光的偏振、波长及X、Y、Z三个坐标等5个物理维度。他们以写入纳米光栅的5个表示“1”, 未写入纳米光栅的点则表示“0”, 实现数据存储。

偏振光透过这些写入纳米光栅的玻璃, 能产生特定的图像和图案, 学习了算法的机器将这些图像和图案解码, 便能实现数据读取。

也许有人会问, 换作其他的透明物质, 能不能实现同样的存储效果呢? 我国的研究人员给出了答案: 玻璃在激光照射下, 尤其是采用脉冲激光器的时候, 会在焦点内形成周期性的纳米光栅分布。如果换用其他透明物质, 不一定会有与偏振取向相关的周期性纳米光栅结构, 无法实现偏振维度的复用, 其存储效果会大打折扣。

据介绍, 玻璃硬盘是一种崭新的冷存储系统, 它不需要控制温度和湿度, 大大降低了数据库的环保成本, 设备维护费用也大大降低。玻璃经过煮沸、烘焙、刮擦都无损其存储稳定性, 具有抗高温、抗电磁干扰、耐磨损的特性, 存储数据可以保存千年。

与胶片、磁盘和光盘相比, 玻璃硬盘更保真, 它的容量和提取信息的速度也比磁盘和光盘更大、更快。如今电影拍摄多为数字拍摄, 需要将数字像素存储到胶片模拟介质中, 会不可逆地损失原有像素, 而玻璃存储则如同相机一样保留了原始像素。光盘只能以平面上的凹凸来存储“1”“0”, 而玻璃则以三维阵列实现高密度存储, 可以利用激光在2毫米厚的玻璃中存储100多个数据层。磁盘、光盘需要时间来找到读取位置, 而玻璃硬盘则不需要, 机器学习算法可以快速进行数据定位, 然后归位, 大大减少了提取信息的延迟。

当然, 这个玻璃硬盘并不仅仅能千年以后的人类看到现在的电影, 人类的医疗数据、法律合同、地质信息、图书数据、档案数据、城市规划信息等等, 都能储存在其中, 它最大的优势就是保存时间久远。这无疑是记录人类文明的一种很有效的方式。

有关研究人员坦言, 虽然玻璃硬盘已经诞生, 但它的技术还不够成熟, 如成本太高, 不适合普通消费者对存储的需求。不过, 玻璃硬盘被用来存储数据仅仅是个开始, 其未来的应用空间巨大。最近的研究发现, 玻璃里的三维结构还可嵌入纳米级处理器, 用来进行智能计算。这样一来, 也许玻璃硬盘内就能组成一个经得住时间考验的计算机, 这样的前景无疑会更美好。

日前, 在美国波士顿举办的2019年度国际遗传工程机器设计大赛全球总决赛落下帷幕, 由国防科技大学16名学员组成的参赛队夺得大赛金奖, 并荣膺“基础进展”大类冠军提名和生物安全关注特别提名奖。这是该校团队自2014年参加这一赛事以来第5次斩获金奖。

团队提交的参赛项目为“用于血糖稳态调控的肝细胞工程化改造研

国防科技大学学员——国际大赛获金奖

究”。此项目基于多种国际前沿的合成生物学顶尖技术, 设计了一条智能监测和调节血糖水平的基因线路, 并在细胞平台上验证了该基因线路的有

效性。作为一种新型智能血糖控制策略, 这项研究在2型糖尿病治疗领域展现出大的发展空间和应用价值, 为拓展合成生物学工具箱、丰富基因调控

手段做出了贡献。此项目得到评委的高度评价和与会专家的广泛关注。

国际遗传工程机器设计大赛是生物学领域最高级别的国际性大学生科技竞赛, 被誉为“合成生物学领域的世锦赛”, 由美国麻省理工学院2003年创办, 受到国际知名大学的广泛关注。本届竞赛, 吸引了来自全球不同国家375支队伍注册参赛。

(吴小敏)