

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。上世纪的“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。

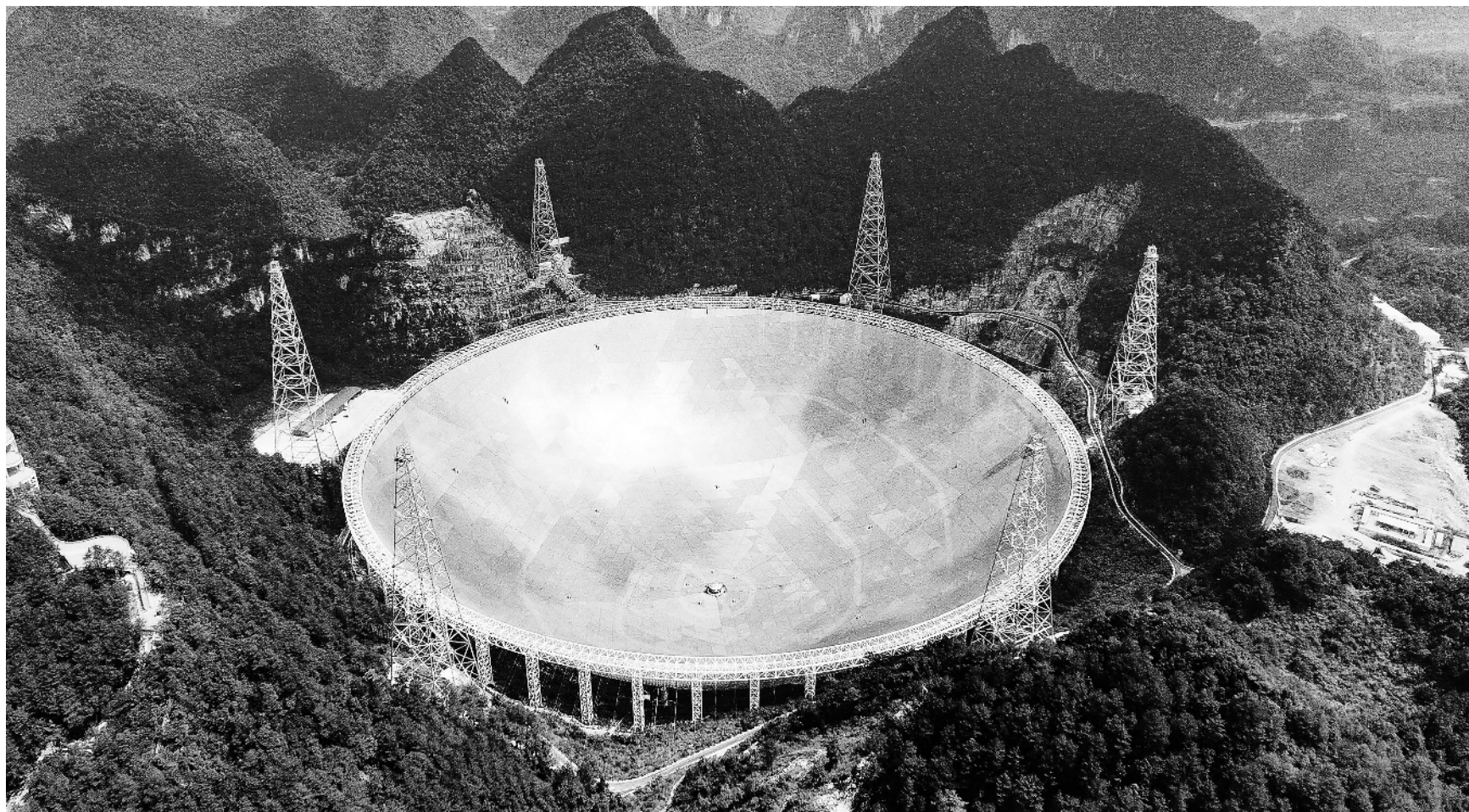
在“智能演习”中,5G网络与现有军事通信网络互不影响,可以作为勤务信息和演习数据的传输通道,实时收集作战人员和武器平台的训练信息,实时传回演习现场的高清图像,对演习过程进行智能化分析,及时掌握演习进程和发现问题。5G网络还能推动虚拟现实和增强现实技术在演习活动中的应用,使参训人员能够在虚拟环境和增强现实场景中,进行大规模对抗演练,从而强化实战化体验,增大演习效费比。

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型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,创新性地提出了轻型索支撑馈源平台,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多一点,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”这个大胆的理想油然而生。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。

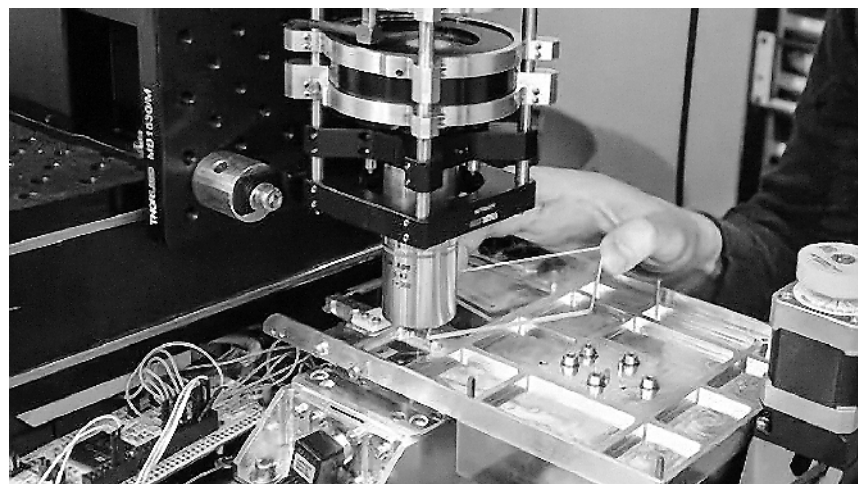
FAST快的调试阶段就开始系统发现新脉冲星。目前已发现了90余颗脉冲星候选体。这归功于科学团队提前准备,对团队成员进行了相应的观测及数据处理训练,开发了创新搜索软件和数据库……

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,没有更好的存储介质留存资料和数据呢?科学家们找到了它——玻璃硬盘。

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均需借助“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点表示“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。光盘、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

(吴小敏)