观天巨眼能看到什么

——探访在建的500米口径球面射电望远镜(FAST)

前沿科技

本报记者 栾笑语

著名科幻小说《三体》生动描写了一个指向太空的射电天线阵列，其寻找地外智慧生命的神奇功能令无数科幻爱好者浮想联翩。而在我国贵州的山区洼地，也有一只望向太空的“天眼”正在建设。这只“天眼”一旦睁开，地球人对宇宙的理解将更进一步。

揭开“天眼”的神秘面纱

“天眼”的真名叫“500米口径球面射电望远镜”，英文简称FAST。其接收面积相当于近30个足球场，是目前世界上在建的口径最大、最具威力的单天线射电望远镜。

亲眼见到这只“天眼”并不容易。从贵阳驱车，过乡镇、进山区，颠簸了2个多小时，再穿过一道十分狭窄的山口，直至天坑边上，这只“天眼”的全貌才突然呈现在眼前。

“天眼”的“眼眶”是一圈钢铁结成的圈梁，登上圈梁往下看，巨大的天坑里，星罗棋布地排列着一个个“网结”，这些“网结”凌空架设、相互勾连，结成硕大的索网。当4450块反射面单元逐一在索网上拼装完毕，“天眼”的“眼底”就会出现一个天线锅，其主反射面达25万平方米。“天眼”正是通过这个天线锅倾听来自宇宙的声音。通过巨大的天线锅，将微弱的宇宙电波收集起来，再将收集到的信号汇聚到具有极高灵敏性的接收系统上，还原、转化、分析。

探听地球之外的音讯，“天眼”的能力和其大小息息相关。简单来说，眼睛越大，看得越远。“天眼”的天线口径为500米，与号称“地面最大的机器”德国埃菲尔斯伯格100米口径望远镜相比，其灵敏度能提高约10倍。与被评为人类20世纪十大工程之首的美国阿雷西博300米口径射电望远镜相比，“天眼”的灵敏度是其2.25倍。

尤其特殊的是，这只“天眼”并非“死眼”，根据观测的方向，它会拉扯索网来变形天线锅。如同人类转动自己的眼珠，调整视线的指向，遥远的太空对它来说将不存在方向上的死角。

正因具备这些非同一般的特质，业内普遍预测，这只“天眼”将在未来10至20年保持世界一流设备的重要地位。

发现遥远的过去或者未来

半个多世纪过去了，所有射电望远镜收集到的能量还不够翻动一页纸。通过这只“天眼”，人类究竟能发现什么？这是萦绕在包括天文学家在内的很多人心中渴望的谜底。

中国科学院国家天文台FAST工程首席科学家、总工程师南仁东这样描述存在于宇宙深处的各种讯息：“宇宙空间混杂各种辐射，遥远的信号像雷声中的蝉鸣，没有超级灵敏的耳朵，根本就分辨不出来。”

而“天眼”恰恰具备这样的非凡本领，哪怕是远在百亿光年外的射电信号，它也有可能捕捉到。据介绍，“天眼”建成后，将有能力巡视宇宙中的中性氢、探测星际分子、观测脉冲星、搜寻星际通讯信号。

所谓中性氢，就是宇宙中未聚拢成恒星发光发热的氢原子，是一个质子加一个电子，中性氢云团的运动正反映了早期宇宙的蛛丝马迹。“天眼”观测中性氢信号，就可能获知星系之间互动的细节，甚至发现第一代天体以及宇宙漫长发育历程的线索。如果足够幸运，地球上的人类将通过“天眼”探知宇宙起源秘密，同样也能据此分析宇宙的未来。

观测脉冲星则是另一个重要领域。目前主流观点认为，脉冲星是一种高速旋转的中子星，发射出恒定的能量流，汇聚成非常窄的光束，当星体旋转时，光束就会如灯塔光束一般扫过太空。但这一论断并非“铁断”。目前人类可以侦测到银河系内的脉冲星，如果可以发现银河系外的样本以及一些前所未见的脉冲星现象，就有可能据此产生突破性的理论。

能否发现外星人传来的信号？是更多普通人关心的话题。在科幻小说里频繁出现的桥段，对“天眼”来说并不是一件脑洞大开、匪夷所思的事情。此外，“天眼”还能观测暗物质和暗能量、精确测定黑洞质量……这些谜团能否揭开尚属未知，但可以肯定的是，“天眼”睁开之后，人类在天文学上将有更多突破，宇宙图景会更加清晰，地球人对地外空间的认识会更进一步。

仰望星空亦须脚踏大地

“天眼”本领高强，但要建造这样一只视力达标的“眼睛”，却是难上加难。

首先就是选址。普通的光学天文望远镜往往立在高山之巅，离观测对象更近的哈勃望远镜甚至翱翔于太空，但“天眼”这样的射电望远镜则把“家”安在了地球表面的低洼之处——一个足够深、足够圆的“眼窝”。早在1994年，选址工作就开始了。地貌要最接近天线锅的形状，更方便建造；自然条件要有利于望远镜的维护，比如不能淤积雨水；无线电环境要“干净”，免打扰，最好还要保持绝对电波静默……

经过十几年的考察、甄别，“天眼”最终落户贵州黔南布依族苗族自治州平塘县的大窝凼。这里工程开挖量最小，特有的喀斯特地质能使雨水向地下渗透；山区人烟稀少，团团围住的山峰有效屏蔽了人类社会的信号干扰。

“天眼”对建设施工的要求更为苛刻。记者实地探访时，“天眼”宣布其综合布线工程已完成，基本具备供电条件。“也就是说，‘天眼’的神经贯通、血管通畅，工程进入最后的冲刺阶段。”中建二局项目经理王培全介绍说。做到这些绝非易事。在70度以上的峭壁上铺设线路，没有能站立的作业面，碗口粗的电缆和数百斤的设备只能靠人力搬运，峭壁上的打孔、挖槽也必须用人力一寸一寸开挖……在峭壁上，各类线路足足铺设了450公里，完成了2226个配电箱、12个中继室、6个箱式变电站等一系列的布控安装。

除了恶劣条件，建设精度是又一大考验。“天眼”的设计目标是把覆盖30个足球场的信号，聚集在药片大小的空间里。为此，500米口径的巨大结构必须实现毫米级精度。记者在现场看到，吊装机械正在将一块边长11米的三角形反射面单元缓慢拼装到索网上。仅这个凌空的索网，就是目前世界上跨度最大、精度最高的索网结构，也是世界上第一个采用变位工作方式的索网体系。其主索索段控制精度须达到1毫米以内，主索节点的位置精度须达到5毫米。特别是在“天眼”转动“眼珠”时，与索网相连的2000多个小电机控制着整个变形过程，6条400多米的钢索吊起30吨重的馈源舱，移动范围可达200米。在移动过程中，每一部分的位移都要控制在毫米级，“天眼”才能正常工作。如此量级的精度控制，令人叹为观止。

要想仰望星空，就必须脚踏大地。“天眼”项目涉及大型土木、钢结构工程、大型机电设备等众多交叉学科领域，一系列非标准的工业模块被采用，科研人员和各领域的制造厂商密切协作、强力攻关、研发技术，在许多领域已经取得突破进展。人类探索遥远星空的行动本身，也正在为推动人类社会科学技术各方面的进步提供新的动力。

▲ FAST望远镜已安装了部分反正面单元。 本报记者 栾笑语摄

◀ FAST建设施工现场，工人在高空作业。 (资料图片)

▶ 建设中的FAST望远镜全貌。 (资料图片)

科海万象

嫦娥二号再立新功——

对图塔蒂斯小行星研究又获重要进展

本报记者 佘惠敏

自然出版集团旗下期刊《科学报告》近日在线发表了一项基于我国嫦娥二号飞越探测数据深度挖掘的科研成果，该研究揭示了图塔蒂斯小行星表面的碎石分布特征，对其形成与演化具有重要科学意义。

近地天体撞击地球时常发生，地球附近存在数百万颗几十米大小未被发现的近地天体，它们构成了地球与人类生存的长期隐患。图塔蒂斯是目前最大的一颗对地球构成潜在威胁的近地天体，在2012年之前，每4年会接近一次地球。因此，组建地基与空基跟踪监测网开展近地天体预警显得尤为必要和紧迫；同时，嫦娥二号的飞越探测及未来小行星深空探测亦有助于了解其基本特性，便于将来采取有效的应对措施来消除威胁。

在嫦娥二号拓展任务前期，紫台研究团队精确确定图塔蒂斯轨道，定轨结果直接应用于拓展任务中，使得嫦娥二号实现与图塔蒂斯的千米级飞越探测。2012年12月13日，我国嫦娥二号探测器成功飞越了图塔蒂斯小行星，首次获得该小行星高分辨率光学图像。

随后几年，通过对此次探测任务获得数据的深度挖掘，研究人员在图塔蒂斯小行星表面共识别出200多个碎石，大小从10米到61米不等。研究表明，大部分大于20米的碎石不是小行星表面撞击过程形成的溅射物，而是图塔蒂斯小行星母体形成时的残留碎片。这为其碎石堆的结构成因提供了有力的证据。此外，撞击坑的累积大小频率分布图显示，图塔蒂斯表面的撞击坑保留年龄约为16亿年。与日本隼鸟号探测的丝川小行星相比，同样作为近地小天体，图塔蒂斯和丝川小行星表面的碎石均相对均匀分布，而不是集中在撞击坑的周围。不同的是，图塔蒂斯表面的碎石分布斜率陡得多，可能与热疲劳过程有关。

此项研究成果由中科院紫金山天文台与院行星科学重点实验室的季江徽课题组等合作发布。该项成果为研究小行星的形成演化和撞击历史提供了重要线索。

盐穴开发利用正当时

本报记者 常 理

盐穴是一种不可再生资源，具有较高的经济及社会价值，市场前景广阔。《经济日报》记者从“第三届盐穴利用国际研讨会”上了解到，我国石油储备工作起步晚，现有储备能力远低于国际能源署90天净进口量的标准。“中国盐穴资源丰富，但是目前已被利用的盐穴数量并不多，如果技术方法科学正确，盐穴利用可为原油、成品油、天然气和一些工业废料提供理想的存储空间。”中国盐业总公司董事长、党委书记李耀强告诉记者。

中国石油集团钻井工程技术研究院副院长袁光杰认为，目前正值低油价时期，据国内外相关机构预测，低油价将会长期维持，因此当前或未来几年内，仍是实施储油库建设的良好时机。另外，国内实际原油储备量较少，“从保证国家能源安全的角度，加快建设地下盐穴天然气储备库和战略石油储备库势在必行。”袁光杰说。

作为岩穴利用的前沿领域，探讨压缩空气蓄能电站成为本次会议一大亮点。压缩空气蓄能电站是在电力负荷不满的谷荷期间，将电力供给电动机来驱动空气压缩机，将高压后的压缩空气压入地下空洞储存起来；等到用电高峰的峰荷期间，再将高压空气放出并引入燃气轮机的燃烧室与燃料混合燃烧，从而驱动燃气轮机带动发电机作为发电机组运行。

据清华大学电机系梅生伟介绍，截至去年7月，中石油西气东输金坛储气库库容2.84亿立方米，工作气量1.58亿立方米，储气压力可达14.5Mpa。若用来建设1000万千瓦压缩空气储能电站，年发电时间可达1500小时，年发电量可达150亿千瓦时。他认为，中国储能市场需求巨大，盐穴储气与压缩空气储能技术的结合必将有力推动这两个领域的跨越式发展。

热点追踪

CRH2G型高寒动车组赢得市场通行证——

中国高铁再添利器

本报记者 刘 成 通讯员 邓旺强

近日，由中车青岛四方机车车辆股份有限公司自主研制的CRH2G型高寒动车组，获得国家铁路部门颁发的“型号合格证”和“制造许可证”。这标志着CRH2G型高寒动车组历经近3年的研制、试验和线路考核后，正式取得市场通行证，我国高铁再添一款利器。

作为我国高铁全新的一款高寒车型，CRH2G型高寒动车组攻克了耐高寒、抗风沙、耐高温、适应高海拔、防紫外线老化5大技术难题，能同时适应高寒、风沙、高海拔等恶劣运营环境，是我国高速动车组领域又一重大技术创新成果。其成功研制，为我国高寒、沙漠和高原地区高铁线路提供了适应性更强的动车组车型。预计2015年底，CRH2G将在兰新高铁正式投入运营。

CRH2G型高寒动车组时速250公里，采用8辆编组。车头的设计灵感取自“骏马”，造型刚柔并济，高速运行时，犹如奔驰的骏马。“CRH2G拥有耐高寒耐高温技术，能在零下40℃到零上40℃极端气候环境下正常运营。”中车四方股份公司高级主任设计师程建峰介绍说。

据了解，CRH2G采用大量的新材料和新技术，解决了高寒高温适应性难题。动车组所使用的材料、润滑油脂及电气元件，都通过零下40℃的耐低温试验，升级了耐寒能力。同时，研发人员对转向架进行高寒适应性设计，并独创“喷涂防冻”和“高压吹风除雪”等技术，有效缓解了高寒冰雪天气转向架积雪结冰的问题，确保动车组安全可靠。高寒环境下车体冷凝水易回流，CRH2G则采用密封设计和导流设计，避免了冷凝水引发的故障。另外，空调系统也进行了高寒高温优化设计。通过一系列创新技术，CRH2G能经受零下40℃到零上40℃巨大温差的考验。“车外的温度正负40℃变化时，车内温度能恒定保持在20℃左右。”程建峰说。

CRH2G还堪称奔跑在风沙地区的“勇士”。“抗风沙”是CRH2G高寒动车组特有的“杀手锏”。研发人员通过一系列技术创新，成功攻克了动车组抗风沙的关键技术，破解了在大风和强沙尘环境下安全运营的难题。据介绍，CRH2G加装了抗侧滚扭杆等装置，与普通动车组相比，其在大风环境下运行的平稳性提升1倍，能满足在11级大风下安全运行。

动车组开行在风沙地区，沙尘容易涌进车内。CRH2G专门设置了3道保护罩。一是将车下设备舱设计为密封结构，防止进沙。二是创新通风防沙理念，设备舱采用集中与分散结合的供风方式，并创新使用“微正压”技术，防沙尘进入。三是空调机组采用顶置式设计，从车下移到车顶，进行防风沙和空气过滤设计。在沙尘环境下，CRH2G不仅能保持车内的空气质量，还大大延长了检修维护周期。

以兰新线为例，普通动车组每跑3天就要清理一次沙尘，而CRH2G的清理周期为1至2个月，减少了能耗和检修维护量。另外，CRH2G的车体和车窗均进行了高强度防护设计，耐砂石击打。

CRH2G型高寒动车组在哈大高铁进行线路考核。 (新华社发)

CRH2G还解决了高海拔适应性和防紫外线老化的技术难题，能在高达3600米的高海拔地区安全运营。

高海拔地区雷电频发，影响动车组行车安全，CRH2G全面升级了电气系统，加装了新型防雷装置，动车组的绝缘和防雷击保护能力大大增强。同时，针对高原地区紫外线辐射强，CRH2G外露的非金属件都通过了抗紫外线老化试验。车窗也做了辐射防护，紫外线通过率小于1%，和在平原地区运行时相当。

据介绍，CRH2G型高寒动车组的研发前后历时近3年，期间进行了大量试验研究。其中仅耐低温试验67项，抗风沙试验16项，高海拔试验6项，并先后在哈大、兰新高铁通过线路考核。CRH2G还首次在世界最大的气候风洞试验室——奥地利RTA试验室，进行低温试验，进一步验证了动车组耐高寒抵御冰雪的能力。

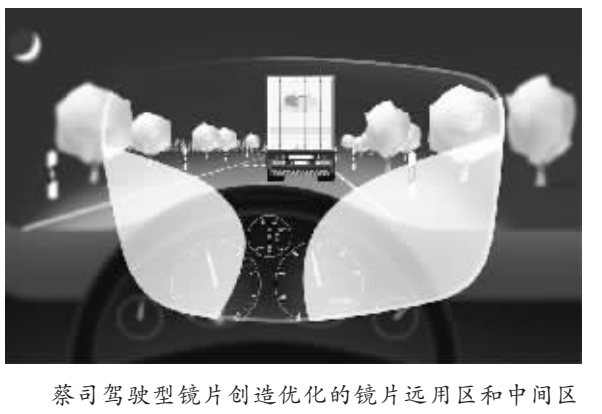
作为我国高速动车组的核心研制企业，中车四方股份公司历经10余年自主创新，目前已研制出10余个品种、涵盖时速200至380公里及以上不同速度等级、适应不同运营环境的动车组谱系化产品。CRH2G型高寒动车组的研制成功，为进一步领跑高铁技术，提升中国高铁竞争力，都具有重要意义。

蔡司驾驶型镜片：

应对驾驶中的视觉挑战

本报讯 记者陈颐报道：蔡司日前在德国推出驾车专用眼镜片，镜片采用的 Luminance Design技术，使其在多种光线条件下皆能带来自然的视觉感受，以应对一系列驾驶过程中产生的视觉挑战。

该镜片的驾驶安全设计可以让驾驶人时刻掌握路面情况和仪表板上的信息，减少不必要的头部动作，使眼睛更自由地在多种距离间切换而不会产生不适感。



蔡司驾驶型镜片创造优化的镜片远用区和中间区域，使驾驶者眼睛更舒适。 陈 颐供图

本版编辑 郎 冰 徐 达
联系邮箱 jjrbxzh@163.com