



再获世界级发现

中国天眼“看见”引力波踪影

■本报记者 甘晓

在一场 20 年前就开始的国际天文竞赛中,中国科学家后发先至,仅用 3 年 5 个月就成功验证 40 年前的理论预言——中国天眼 FAST 通过对 57 颗脉冲星的监测,首次“看见”来自深空宇宙的涟漪。

6 月 29 日,由中国科学院国家天文台(以下简称国家天文台)等单位科研人员组成的中国脉冲星测时阵列(CPTA)研究团队,利用 FAST 探测到“纳赫兹引力波”存在的关键证据。相关论文在我国天文学学术期刊《天文与天体物理研究(RAA)》在线发表。与此同时,来自欧洲-印度-美国-澳大利亚等国家和地区的另外 3 个国际团队同步发表了各自独立获得并且相互印证的结果。

“人类终于站在了期盼已久的纳赫兹引力波观测窗口前。”论文通讯作者、国家天文台/北京大学研究员李柯伽和团队为此感到自豪,“我们利用中国自主设计和建造的大科学装置开展原创性研究,成果发表在中国本土的学术期刊上,我国在这一领域与国际同步达到领先水平。”

寻找“纳赫兹”

爱因斯坦曾在广义相对论中预言,加速运动的有质量物体会扰动周围时空而产生“涟漪”,这便是引力波。近一个世纪以来,全世界科学家都试图从实验中观测引力波。

“如果把宇宙比喻成一杯水,人类已知的、能看见的东西只是其中一滴,绝大部分的宇宙是看不见的暗物质、暗能量。”李柯伽介绍,“我们只有通过追踪‘质量’物体的运动,才能揭开宇宙的奥秘。”

引力波具有不同的频率和波长,反映出不同的天文事件,探测方法也不尽相同。例如,2016 年美国激光干涉引力波天文台(LIGO)首次在实验中直接观测到引力波。其利用地面激光干涉仪能够观测到频率较高、波长较短的引力波,这些引力波由恒星级质量的双黑洞并合产生。

而频率更低、波长更长的引力波则由更大质量天体的运动产生。作为宇宙中质量最大的天体,星系中心的超大质量双黑洞系统绕转产生的引力波主要集中在“纳赫兹频段”,即十亿分之一赫兹。在天文学家看来,对纳赫兹引力波进行探测,有助于理解超大质量黑洞的增长、演化及并合过程。

然而,由于频率极低、周期长达数年,纳赫兹引力波探测极具挑战,全球科学家迟迟没有发现它的踪迹。

科学家解析如何应对咸海危机

本报讯(记者胡琰琦)咸海曾经是世界第四大湖泊,而咸海的快速萎缩给中亚国家带来不小挑战。近日,中国科学院新疆生态与地理研究所荒漠与绿洲生态国家重点实验室研究员田长彦团队在《科学》发表评论文章,分析了咸海危机的危害及成因,提出咸海危机治理的建议。

咸海危机的主要原因是 20 世纪 50 年代至 80 年代中期湖泊周围粮棉生产灌溉的过度扩张。这种过度需求破坏了该地区的生态平衡,流入湖泊的水量大幅减少,导致湖泊水生生态系统退化。大面积的湖底成为裸地和盐土



FAST 探测到纳赫兹引力波存在的关键证据示意图。国家天文台供图

57 颗脉冲星,3 年 5 个月

利用大型射电望远镜对一批自转极其规律的毫秒脉冲星进行长期测时观测,是目前唯一能够探测纳赫兹引力波的手段。“超大质量天体运动产生的引力波会扰动整个时空,也会改变脉冲星到达地球的时间信号,对这些信号进行比较就可以判断是不是引力波。”李柯伽向《中国科学报》介绍该研究的基本原理。

早在 1983 年,天文学家曾提出理论预言,“四极相关信号”是引力波的特征证据。而随着射电天文学的长足发展,基于这一原理寻找纳赫兹引力波逐渐成为科学界竞赛的焦点之一。

近 20 年来,北美纳赫兹引力波天文台(NANOGrav)、欧洲脉冲星测时阵列(EPTA)、澳大利亚帕克斯脉冲星测时阵列(PPTA)都利用各自的大型射电望远镜,分别开展了纳赫兹引力波搜寻。最近,又增加了中国脉冲星测时阵列、印度脉冲星测时阵列(InPTA)和南非脉冲星测时阵列(SAPTA)等新生力量。

利用 FAST,中国脉冲星测时阵列科研团队只用了 3 年 5 个月就达成目标。他们围绕 57 颗脉冲星的相关数据,自主开发独立软件进行数据分析。最终,在“4.6 西格玛置信度”水平上发现了具有纳赫兹引力波特征的四极相关信号的证据,误报率小于五万分之一,成功验证了 40 年前的理论预言。

同时,探测到的引力波幅度极小,距离上相当于 1 公里尺度引力波引起的扰动约为百分之一个氢原子的尺寸,时间上则相当于千万年尺度上变化 1 秒。

李柯伽表示,受限于当前观测数据较短的时间跨度,科研团队暂时无法确定纳赫兹波段引力波的主要物理来源,但这一问题将随着后续观测数据时间跨度的增加被解决。

或被盐壳覆盖,易形成多发性、高污染的盐尘暴。当地居民的健康和福祉受到影响,患白血病、肾病、支气管炎和哮喘的比例显著升高。

文章指出,国际组织如联合国开发计划署可以提供相关资源和专业支持,协助咸海危机影响的国家实施可持续的解决方案。国际支持可以帮助咸海流域国家采用更高效的灌溉系统,并进行现代农业实践。国际社会还可以为该地区提供基础设施和可持续发展的资金支持。

此外,中亚国家之间的持续合作至关重要。2018 年,在土库曼斯坦举行的会议上,中亚国家确立了《减轻咸海危机后果和咸海区域发

展计划》,其中涉及水资源的保护、生态保护的改进,以及在中亚国家之间协调合作的努力。在过去 5 年里,500 多个倡议被执行。

研究人员认为,虽然这些努力解决了环境方面的部分问题,但中亚国家仍然在水资源的持续冲突和争端中挣扎。这些国家应该加强协作,公平分配水资源,并资助开展恢复和保护咸海生态平衡的计划。在国际支持和区域合作下,咸海流域国家可以更好地整合使用水资源,保护环境 and 生物资源。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/science.ad12159>

有组织的基础研究

面对观测时间跨度远短于国际团队的不利局面,中国科学家能够取得此次重大突破,离不开管理部门的大力支持、科研团队的通力合作以及科学家的长期坚守。

国家天文台台长、中国科学院院士常进总结:“这一重大科学突破的取得使我们清晰认识到,前沿科学研究已经进入大科学时代,国际科技竞争向基础研究前移。而基础研究的组织化程度越来越高、目标导向性越来越显著,建制化、体制化科研的重要作用越发凸显。”

据了解,我国最早在 2002 年开展了初步的脉冲星测时阵列前期调研;2016 年中国科学院启动了“多波段引力波宇宙研究”战略性先导科技专项(B 类),并联合多家相关单位组建了脉冲星测时阵列研究团队;2019 年中国天眼 FAST 科学委员会成立后,继续加快开展纳赫兹引力波探测协同攻关。同时,科技部、国家自然科学基金委员会也部署了相关科研项目。

在纳赫兹引力波探测攻关过程中,科研团队一方面不断提高 FAST 对脉冲星的观测精度,另一方面加快创新数据处理方法,以数据精度、脉冲星数量和数据处理算法上的优势弥补时间跨度上的差距,使得我国纳赫兹引力波探测灵敏度得以快速提高。

一批“80 后”“90 后”的青年科学家也在此次攻关中逐渐成长起来。作为中国脉冲星测时阵列负责人,“80 后”的李柯伽 2003 年就投身该领域,历经“二十年磨一剑”的坚持,终于实现了梦想。

“日复一日、年复一年的数据处理过程的确有些枯燥,但当你一直认为做的事情是很重要的,就会始终满怀信念。”论文第一作者、国家天文台助理研究员、“90 后”胥恒表示。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1088/1674-4527/acdf5>

“2023 年高端制造前沿十大科学问题”发布

本报讯(记者倪思洁)6 月 27 日上午,在由中国科学院和北京市联合举办的第五届雁栖湖会议上,大会主席、中国科学院院士丁汉、雒建斌,与来自中国、德国、俄罗斯、英国、西班牙、加拿大、日本、新加坡等国家的学者共同向全球发布了“2023 年高端制造前沿十大科学问题”。

丁汉和雒建斌表示,十大科学问题是经过会前向国内外相关领域专家征集,成立专家组认真梳理,并在此次会议期间深入交流研讨后形成的,是对高端制造领域科学问题的凝练。本次十大科学问题围绕激光制造、微纳制造、机器人化智能制造三个方向,从 100 余个覆盖

不同领域的候选问题中研讨凝练形成,并面向全球公开发布,以激励更多科学家对新科学问题发起挑战,进一步推进高端制造相关科学领域的发展和进步。

此次发布的十大科学问题分别是:如何实现原子级可控制制造;机器人化制造如何影响未来制造范式;高能束增材制造如何实现精准控制;如何基于任意元素与结构创新新物质;如何实现机器人人类技能作业;极端光场制造中载能粒子的时空演化机制及效应是什么;如何实现异质异构跨尺度制造;如何实现性能驱动的高附加值制造;如何实现高效高性能多尺度激光制造;如何实现面向未来制造的机器人系统。

每秒传输 1 部高清电影

我国星地通信速率大幅提升

本报讯(记者高丽雅)近日,中国科学院空天信息创新研究院(以下简称空天院)利用自主研发成功的 500 毫米口径激光通信地面系统与吉林一号 MF02A04 星开展星地激光通信实验,通信速率达到 10Gbps(每秒 10G 比特),所获取的卫星载荷数据质量良好,可满足高标准业务化应用需求。本次实验的成功标志着我国已实现星地激光高速通信的工程应用,星地通信速率由 Gbps 迈入 10Gbps 时代。

空天院激光地面系统技术负责人、高级工程师李亚林介绍,当前星地通信主要采用微波技术,但微波频段资源有限,常用的 X 频段仅有 375 兆赫,近年来开始应用的 Ka 频段也只有 1.5 吉赫,难以满足星地海量数据传输需求。与微波相比,激光频谱资源极其丰富,带宽可达数百吉赫。

“如果将频段比作道路,那么 X 频段是单车道,Ka 频段是四车道,而激光可容纳成百甚至上千车道。利用激光通信每秒可传输 1 部高清电影,相较于现有的微波通信速率高出 1~2 个量级(十倍到近百倍)。”李亚林说。

同时,由于激光的发散角很小、能量高度集中,使激光地面系统接收到的功率密度高,卫星能够“轻装上阵”,以远小于微波通信载荷的体积、重量和功耗实现超高速率的通信。此外,激光具有很强的抗电磁干扰能力,用激光作为载波进行数据的发射与接收,能够显著提高星地通信的安全性。

星地激光通信技术难度高,空天院联合中国科学院光电所、北京融为科技有限公司,先后突破了大气信道预测及任务规划调度、激光信号的快速捕获建链和自适应光学校正、复杂大气条件下的无误码传输等一系列关键技术。在本次星地激光通信实验中按照业务化应用标准,成功完成了星地协同任务规划等业务流程,实现了在非稳态信道下的星地激光高速、高可靠通信。

中国科学院院士、空天院院长吴一戎表示,目前我国遥感卫星探测获取的海量数据无法及时落地的问题十分突出,严重影响了卫星应用效能发挥。在充分利用现有微波地面站的基础上,积极布局国家卫星激光通信地面站网,“激光+微波”组合运行模式有望彻底解决我国星地通信瓶颈问题。



实验获取的首批遥感影像(吉林一号 MF02A04 星下传)。空天院供图

我国首艘深远海多功能科学考察及文物考古船开工建造

本报讯(记者朱汉斌)近日,我国首艘深远海多功能科学考察及文物考古船在广州正式开工建造。该船由海南省人民政府、三亚崖州湾科技城开发有限公司联合国家文物局、中国科学院深海科学与工程研究所出资建造。

据介绍,该船是一艘可进行深海科学考察及文物考古,夏季可进行极区海域考察的新型多功能科考船舶,设计船长约 103 米,设计吃水排水量约 9200 吨,最大航速 16 节,船艏双向破冰、冰区加强达到 PC4 级,续航力 15000 海里,载员 80 人。预计 2025 年完工交船,投入海上作业。

该船具备无限制水域航行、载人深潜、深海探测、综合作业支持、重型安全载荷等标志性功能,为深远海地质、环境和生命科学相关前沿问题研究提供所需的样品和环境数据,为深海考古提供相关学科指导与水下作业支撑,同时支持深海核心技术装备的海上试验与应用。

该船在船舶系统研发方面,拥有完全自主知



深远海多功能科学考察及文物考古船效果图。海南海斗数字科技有限公司供图

识产权,重点突破极区船舶总体设计技术、智能控制技术、低温精确补偿技术、极区冰载与重载结构集成设计等多项关键技术瓶颈。在科考设备研制及功能扩展方面,以国产化替代为核心目标,探索实现国产科考设备的极区应用及与自主设计船舶的最优匹配。

全球实现净零承诺缺乏战略规划



Lang 说,“奔向净零”项目设定了“起跑线”,即“承诺的最低程序要求”,包括作出承诺、计划和公布为实现目标而采取行动的证明。而大多数作出承诺的国家、地区或城市未达到“起跑线”标准。

Mughogho 指出,联合国气候变化小组将在今年 11 月 28 日联合国气候变化大会召开前,对《巴黎协定》目标的完成情况进行首次全球评估。这有助于深入了解政府和公司采取的净零行动。

此外,此次净零承诺首次关注了各实体逐步淘汰化石燃料的计划。在被评估的 114 家化石燃料公司中,67%的公司作出了净零承诺,但目前尚未有国家计划完全淘汰石油和天然气。

“我们并不是要求一夜之间就停止使用石油、天然气。”Lang 补充说,所有实体都需要制订计划,在未来 30 或 40 年内通过管理减少化石燃料的使用,至少目前这些计划还没有到位。(徐锐)

评估的重点在于各实体为实现承诺而采取措施的质量或完整性。净零追踪组织负责人、英国咨询公司能源和气候情报部门的 John Lang 说,他们将各实体的承诺和进展与联合国“奔向净零”项目中提出的要求进行了比较。

Lang 说,“奔向净零”项目设定了“起跑线”,即“承诺的最低程序要求”,包括作出承诺、计划和公布为实现目标而采取行动的证明。而大多数作出承诺的国家、地区或城市未达到“起跑线”标准。

Mughogho 指出,联合国气候变化小组将在今年 11 月 28 日联合国气候变化大会召开前,对《巴黎协定》目标的完成情况进行首次全球评估。这有助于深入了解政府和公司采取的净零行动。

此外,此次净零承诺首次关注了各实体逐步淘汰化石燃料的计划。在被评估的 114 家化石燃料公司中,67%的公司作出了净零承诺,但目前尚未有国家计划完全淘汰石油和天然气。

“我们并不是要求一夜之间就停止使用石油、天然气。”Lang 补充说,所有实体都需要制订计划,在未来 30 或 40 年内通过管理减少化石燃料的使用,至少目前这些计划还没有到位。(徐锐)

大气污染与儿童多动症风险存在关联

本报讯(记者朱汉斌)中山大学公共卫生学院教授董光晖团队联合生态环境部华南环境科学研究所研究员于云江团队等,揭示了大



科学网客户端全新上线

扫描二维码查看更多科学资讯