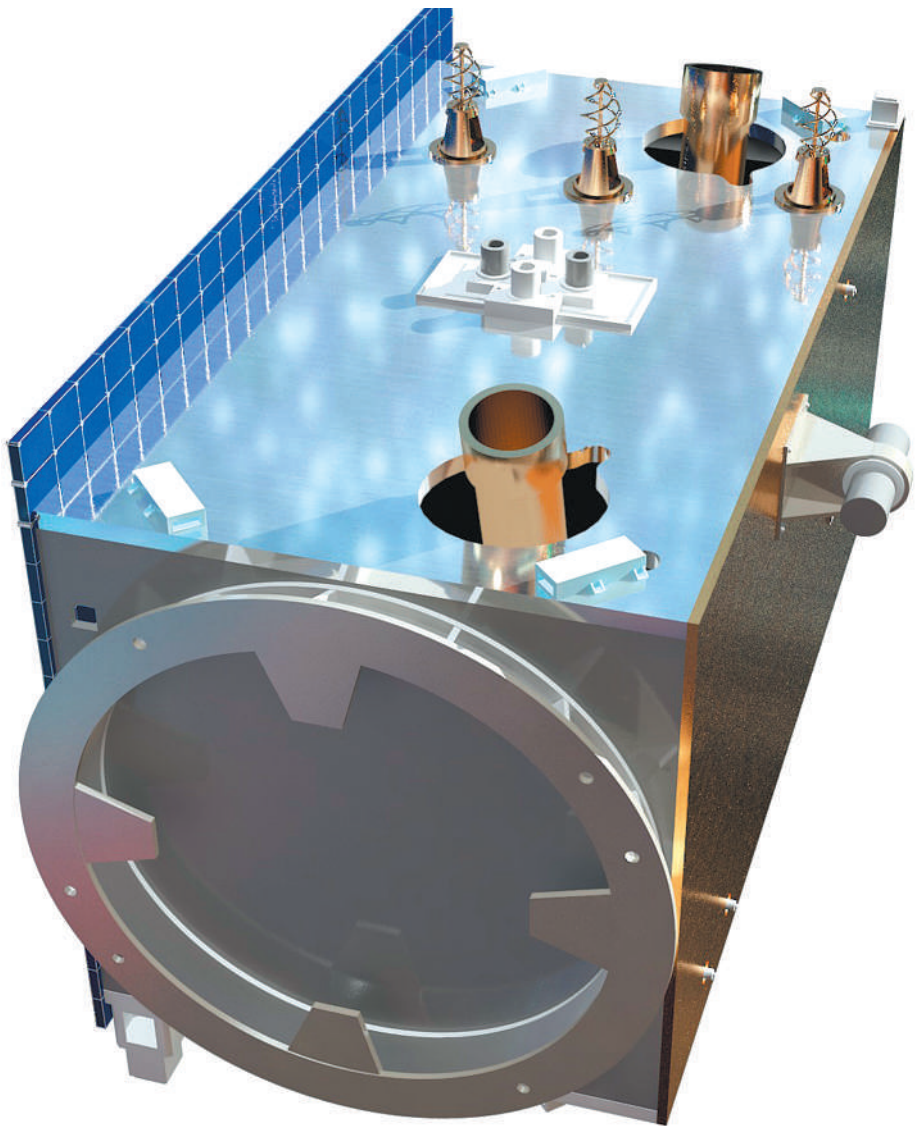
探测空间引力波，“太极一号”来了

经济日报·中国经济网记者　沈　慧

热点追踪

求索未知宇宙，逐鹿空间引力波探测。前不久，中国科学院空间科学（二期）战略性先导科技专项首发星——微重力技术实验卫星在酒泉卫星发射中心成功发射，为我国在空间引力波探测领域率先取得突破奠定了基础。



“太极一号”模拟图。　（资料图片）

作为我国首颗空间引力波探测技术实验卫星，近日成功发射的微重力技术实验卫星被正式命名为“太极一号”。为何要去遥远太空触摸宇宙律动的“脉搏”？“太极一号”有何亮点，目前运行情况如何？听听专家怎么说。

时空涟漪

如果盘点近年来科学研究的热点，引力波是其中一个。2012年，科学家在大型强子对撞机实验中发现神秘的上帝粒子，这表明人类对基本粒子的认识迈出了新的一步。至此，粒子标准物理模型所预言的61种基本粒子几乎都已找到，除了目前唯一的例外——引力子。科学家们认为，引力波是由引力子组成的，引力子则是证明宇宙大爆炸起源的关键。

目前，人类可见物质仅占宇宙总量的不足5%，即粒子标准物理模型能解释的物质；95%以上是至今仍笼罩着神秘面纱的暗物质和暗能量。“暗”顾名思义“看不见”，也无法对光和目前的探测手段——电磁波产生任何反应。但引力波或是揭开人类未知世界进而理解宇宙起源的关键，因为暗物质和暗能量都涉及引力效应和引力作用。

简而言之，“引力波提供了不同于电磁波的全新观测宇宙重要窗口，成为人类探索和认知宇宙的一种新途径和工具”。中国科学院副院长相里斌表示。

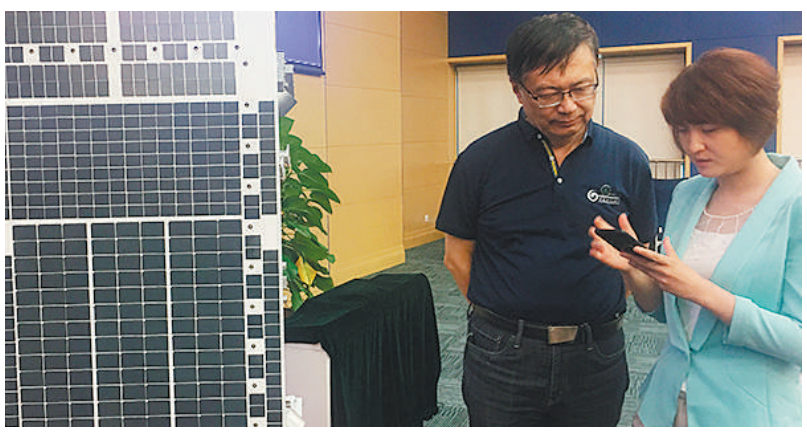
什么是引力波？它是物质和能量剧烈运动和变化所产生的一种物质波。如果以水面来比喻时空，引力波就可以看作是时空的涟漪。

爱因斯坦基于广义相对论预言了引力波的存在。2016年2月，美国激光干涉引力波天文台宣布，LIGO（激光干涉仪）探测器观测到了引力波发出的撞击声，人类由此第一次听到了来自外太空的问候——双黑洞并合产生的引力波。

“引力波的发现使得人类可探测到基于电磁波无法观测到的宇观尺度和新的天体现象。”“太极一号”首席科学家、中国科学院大学副校长吴岳良说。

探测挑战

征服星辰大海，注定坎坷难行。日常生活中，任何物质的加速运动都能产生引力波，但非常微弱。吴岳良表示，如果用每秒1000转的角速度快速转动一个质量为2000公斤、长度为1米的哑铃，那么在离哑铃3米远处，我们能感受到的引力波振幅仅为10的负35次方——小到目前人类最敏感的科学仪器都测量不到。



『太极一号』卫星工程总师王建宇（左）向记者介绍『太极一号』。　本报记者　沈　慧摄

后来，实验物理学家们想到了一个解决方案：通过质量更大的天体来观测引力波效应，比如黑洞并合等。然而，像黑洞这样质量巨大天体融合产生的引力波信号穿越茫茫宇宙抵达地球时，已是极其微弱。吴岳良举了个例子，两颗1.5倍太阳质量的中子星以每秒1000转的速率绕转并合产生的引力波，在距离10的23次方米的位置能探测到的引力波强度为10的负20次方。

困难阻挡不住人类探索宇宙的决心。上世纪90年代，美国航空航天局与欧洲航天局合作发展LISA项目，计划探测的引力波源是双星系、超致密双星以及大质量天体的爆炸等。这是全球发展最成熟的空间引力波探测计划，将于2021年完成关键技术研究，2034年发射卫星。

人类已在地球表面直接探测到时空的涟漪，为何还要大费周章踏上去太空的征程？“空间引力波探测的波源特征所对应的天体质量和尺度，远大于地基引力波探测所对应的天体源。”吴岳良告诉经济日报记者，与地基探测不同，在空间能够探测到中低频段的引力波信号，能够发现天体质量更大、距离更遥远的引力波波源，揭示更为丰富的天体物理过程。

“空间探测所覆盖的是引力波波源最为丰富的频段，拥有大量可保证探测到的天体波源，可进行长时间观测，有利于确定波源位置。”吴岳良进一步解释。

中国智慧

探索浩瀚宇宙，为人类文明进步贡献更多中国智慧、中国方案和中国力量，中国亦在行动。2008年开始论证的空间引力波探测“太极计划”便是一个代表。

按照吴岳良的说法，不同频率引力波反映了宇宙的不同时期与不同的天体物理过程。“太极计划”探测频段基本覆盖欧空局LISA引力波探测频段（0.1赫兹至1.0赫兹），并在0.01赫兹至1.0赫兹频段比LISA具有更高的探测灵敏度。我国空间引力波探测研究对象囊括了由近到远、由小到大极为丰富的引力波源，探测范围可以覆盖整个宇宙空间。

由于引力波信号极其微弱，实施空间引力波探测挑战巨大，需要突破目前人类精密测量和控制技术的极限。这里面所涉及的核心技术包括高精度超稳激光干涉仪、引力参考传感器、微牛级推进器、超稳超静卫星平台等。

根据“太极计划”，我国确定了“单星、双星、三星”“三步走”的发展战略和路线图，并于2018年8月立项实施“太极计划”单星工程任务，启动了“三步走”中的第一步：发射“太极一号”卫星，对核心技术的可行性和实现途径进行在轨验证，继而形成在空间探测引力波的技术能力。

时光不负情深。“太极一号”科研团队全力以赴、攻坚克难、勇于突破、协同创新，在不到一年时间内完成了卫星研制任务。8月31日，我国首颗空间引力波探测技术实验卫星——微重力技术实验卫星“太极一号”成功发射。

“卫星在轨测试正按计划有序开展，目前卫星状态正常，第一阶段在轨测试任务顺利完成。”吴岳良介绍，我国成功迈出了空间引力波探测的第一步，实验结果验证了“太极计划”技术路线的正确性和方案的可行性。

太极计划

根据“太极一号”第一阶段在轨测试和数据分析结果，激光干涉仪位移测量精度达到百皮米量级，百皮米相当于一个原子直径的大小；引力参考传感器测量精度达到地球重力加速度的百亿分之一量级，这意味着可以测出一只蚂蚁推动“太极一号”卫星产生的加速度；微推进器推力分辨率达到亚微牛量级，这表示可以精细调节一粒芝麻重量万分之一大小的推力。

如此苛刻的测量精度只为发现引力波的踪迹。按照引力波测量原理，引力波经过时会引起自由悬浮的两个测试质量（理想情况下可以看成两个质点）之间的光程变化。科学家们正是通过激光干涉仪来测量这个光程变化，从而来反演引力波信号。

但由于引力波信号极其微弱，因此会带来两个问题：一是引力波引起的光程变化非常小，因而对激光干涉仪的测量精度提出了极高要求。二是如果测试质量暴露在外太空，受到太阳光压、太阳风等因素扰动，测试质量会产生扰动加速度，从而产生位移噪声，很容易把引力波信号淹没。因此，科学家们将测试质量保护在卫星中心，与卫星没有直接物理接触，使其不受外界扰动，测试质量就会处于自由漂移状态。

但如此一来，外界扰动就会作用在卫星上，使卫星产生位移扰动，时间一长，卫星与测试质量会碰撞到一起。怎么办？科学家们通过位移传感器（电容位移传感或者光传感）时刻读出卫星和测试质量之间的位移变化，反馈给安装在卫星上的微推进器，微推进器会产生准确且稳定的推力，将卫星受到的外界扰动力补偿掉，从而始终保持测试质量和卫星间的位移处于平衡状态。

“‘太极一号’实现了我国迄今为止最高精度的空间激光干涉测量，成功开展了我国首次在轨无拖曳控制技术试验，并在国际上首次实现了微牛级射频离子和双模霍尔电推进技术的在轨验证，这为我国在空间引力波探测领域率先取得突破奠定了基础。”中国科学院院士、“太极一号”卫星工程总师王建宇表示。

一切才刚刚开始。根据王建宇的说法，要达到空间引力波探测的技术条件可能还需要10年。比如，在现有技术基础上，激光干涉仪位移测量精度、微推进器推力精度要提高一个量级，引力参考传感器测量精度还要提高6个量级。

“‘太极计划’要实现对相距300万公里的两个测试质量之间十分之一个原子大小位移变化的精确测量，对扰动加速度需控制在亿亿分之一重力加速度的水平，还需要突破更核心的关键技术。”吴岳良表示。

如今，一切正朝着既定方向发展。按照“太极计划”，我国将于2023年后发射“太极二号”双星，对绝大部分关键技术开展较高指标在轨搭载验证；2033年左右发射“太极三号”三星，探测各种引力波天体，认识引力宇宙。

我科学家或将改写细胞“家谱”

本报记者　沈则瑾

近日，中国科学院分子细胞科学卓越创新中心景乃禾研究组与多位科学家合作，成功绘制小鼠早期胚胎发育过程中高精度细胞“繁衍”三维立体时空图，为细胞家族“寻根”。该成果或将改写细胞“家谱”，为干细胞产生来源提供新思路，推动干细胞治疗和相关药物筛选工作的开展。该研究成果已发表于国际权威学术期刊《自然》。

生命在早期胚胎发育阶段，外、中、内三胚层的形成过程直接影响胎儿能否顺利从母体诞生。而人类对于细胞如何“繁衍”、如何“分化”并不清楚，构成生命之树的每个细胞胚胎时期的成长脉络有待揭示。探寻细胞“家族”的“族谱”，追溯它们在胚胎发育早期的“祖先”，解析他们的“血统”，对于人们了解生命起源，追踪疾病至关重要。

景乃禾团队建立了全新技术方法。他们选取小鼠早期胚胎中不同空间位置和不同发育时间的细胞开展转录组学分析，成功绘制一张同时包含时间、空间信息的高精度细胞“成长轨迹”三维立体图。科学家可通过这张“百科全书式”的“成长轨迹”图追溯不同胚层细胞的“祖先”。

在“追根溯源”后，他们发现原本被认为全部由上胚层发育而来的内胚层细胞，一部分极有可能“越过”上胚层直接来自于原始内胚层，而一些特定原本被认为沿不同分化路径而来的中胚层和外胚层细胞，则可能有着共同“前身”细胞，这颠覆了“传统细胞家谱”的认知，或将改写细胞“族谱”的发现，有助于人们完善肝脏、胰腺、脊髓等器官中细胞的分化体系，为未来分化得到这些器官中的干细胞提供了新的可能途径。这些新发现的细胞分化路径可能比基于“传统细胞家谱”的路径更加高效快捷。

该成果是对经典发育生物学层级谱系理论的重大修正和补充，将极大推动早期胚胎发育和干细胞再生医学相关领域的发展。

AI让超声科医生下岗？

本报记者　顾　阳

“随着5G时代到来，在人工智能技术帮助下，基层医疗资源不足引发的看病难、看病贵问题，有望得到破解。”在日前举行的GE医疗智能超声新品发布会上，中国医师协会超声分会会长、首都医科大学超声医学系主任何文说。

何文表示，超声医学是临床重要组成部分。一方面，超声仪器的分辨率、图像灵敏度和敏感性决定了诊断的水平；另一方面，诊断水平也与医生的经验有很大关系，通过肉眼来分析图像，实际上存在一些缺陷。

“人工智能技术可以大大提升基层医院对疾病的诊断水平和治疗能力。”何文说：“我们通过大量研究发现，人工智能可以较好取代医生完成不能够完成的一些工作。”

据悉，GE公司此次推出的产品是国内首款双引擎超声仪器，拥有更为优异的图像表现、更加智能高效的工作流、AI大数据分析及智能互联等特色功能。

何文表示，人工智能解放了生产力，提高了医疗效率，更重要的是弥补了人工对图像识别的某些不足，以GE双引擎超声新品为代表的诊断设备，对于推进超声医学发展、解决临床问题等方面，将带来一次技术性革命。

汽车钢高强韧新技术发布

本报讯　记者孙潜彤、通讯员王钰慧报道：在近日举行的中国汽车轻量化大会上，东北大学国家重点实验室发布了汽车钢高韧性新型铝硅镀层技术。

对于汽车行业来说，减重节能和提高安全性是其发展的两大重要方向。超高强钢应用则是目前最为经济有效、可以兼顾两者的解决方案。东北大学易红亮教授团队提出了铝硅镀层和钢基体界面间高碳致脆的新理论。实验证明，采用新型钢材制造的零件碰撞性能提升28%，延迟开裂风险大幅降低，涂装性能等各项指标均符合汽车产业标准。目前，多家国内外汽车制造商正持续追踪相关技术。

东北大学孵化的创业企业已将该理论转化为界面降碳韧化技术，并批量工业试制出高韧性铝硅镀层热冲压钢产品。该新材料可达到现有材料的同等强度，并实现韧性20%至30%的提升，助推汽车零件安全性能提升。

新技术在多个维度上具有新颖性和创造性，有望降低该类钢材的销售价格和零件成本。该技术可在现有铝硅镀层板生产线上直接生产，镀层的减薄可使企业每吨超高强汽车钢降低成本60元左右。研发团队还提出了热冲压快速加热工艺，使加热效率提升10%至20%。

“这项技术形成了自主知识产权，正在申请国际专利。其产业化将在全球汽车材料舞台上发挥重要作用，是对中国汽车轻量化发展的贡献，也是中国对世界汽车工业的贡献。”中国工程院院士毛新平说。

高韧性铝硅镀层热冲压钢产品已实现批量工业试制。　本报记者　孙潜彤摄

“公司画像”：助力智能监管

本报记者　温济聪

在上市公司数量日益增多、监管复杂性日益增强的环境下，传统监管模式难以满足现有需求。通过科技手段突破瓶颈，创新监管方式，能够解决监管资源不足的问题，提升监管工作效率。而公司画像系统就以专业性和通用性相结合为目标，体现对公司监管的辅助作用。

目前，上交所公司画像系统建设取得阶段性进展，项目已正式上线运行。按照“安全优先、需求导向”原则，公司画像系统优先建立“公司快览”“风险扫描”“财报审核”三大功能模块。

“公司快览”模块，有效整合上市公司监管相关信息和数据，展示公司情况的“全景图”。通过多维度、全历史、可视化地展示公司信息，帮助分管人员快速了解公司的前世今生，迅速聚焦公司重要事项，提升监管人员对公司情况掌握的深度和广度。

“风险扫描”模块，从财务业绩风险、公司经营风险等7方面设置80余个风险标签，160余项触发预警情形的业务规则，实现对公司风险的识别判定和提前预警，既有对长期风险事项的持续提示作用，也有对快速反应情形的及时预警作用。

“财报审核”模块，从识别财务舞弊及财务异常出发，设置资产质量、盈利状况等相关标签78个，实现沪市公司定期报告自动审查全覆盖。通过系统自动审查各项财务指标，分管人员能够快速锁定公司定期报告中隐藏的风险，减轻人工审核压力。经过对2018年年报审核情况的检验，系统自动生成的审核简报对问询函问题的覆盖率已达到近60%。

上交所相关负责人表示，上交所的公司科技监管方案按照“一盘棋”的规划统筹安排。本次上线的主要是公司画像系统，后续将继续把分散的监管经验具象化、规则化、体系化。做好这项工作，还需要付出长足的努力。

“下一步，我们将从以下3方面对系统功能迭代升级：第一，进一步对功能模块修正完善。在内容上，根据监管实践、市场发展、规则变化等进一步优化预警指标的内容、阈值，持续迭代升级。同时，也为其他应用场景的科技化安排留足了空间。第二，进一步增强用户使用友好性。针对不同用户需求，完善面向分管公司、监管行业组、沪市公司乃至全市场信息的展示和提取。第三，进一步提升对监管的支撑性。后续将从功能设置和技术可行性上，实现画像系统与监管系统信息的双向传递，实时交互为业务提供支撑。”上交所相关负责人表示。

北京理工大学公司治理与信息披露研究中心主任张永冀接受经济日报记者采访时建议，科技监管往往只能就市场中交易数据和行为开展跟踪分析，而对交易所之外的空间也要纳入进来，这就增加了交易信息环境的复杂性。金融研究证明微博、博客等自媒体以及券商分析师报告等对证券市场价格影响的显著性，如何识别、判定其对股价影响的必然联系，这都是新智能监管该关注的领域。

本版编辑　郎　冰
联系邮箱　jjrbxzh@163.com