

科学家在量子极限层面实现爱因斯坦思想实验

本报讯(记者王敏)中国科学技术大学教授潘建伟、陆朝阳、陈明城等组成的研究团队,利用光镊囚禁的量子基态单原子,首次实现了1927年爱因斯坦和玻尔争论中提出的“反冲狭缝”量子干涉思想实验,观测到了原子动量可调谐的干涉对比度渐进变化过程,证明了海森堡极限下的互补性原理,并展示了从量子到经典的连续转变过程。12月3日,相关成果发表于《物理评论快报》。

在1927年召开的第五届索尔维会议上,爱因斯坦为挑战玻尔提出的互补性原理,在双缝干涉实验中,设计让单光子通过一个可移动的狭缝。爱因斯坦认为,单光子会给狭缝一个极微弱的反冲动量,若能测出这一反冲即可知道光子的路径,而只要狭缝位置足够精确,干涉条纹仍可保留。这一思想实验直接指向“能否同时获得波与粒子的完整信息”,被视为量子力学最深刻的悖论之一。

实现这一思想实验的关键在于测量有效的

反冲信号,这就要求狭缝的动量不确定度要小于光子的冲击动量。然而,由于单光子的动量反冲非常微弱,远小于宏观物体的动量不确定度,所以爱因斯坦的这一巧妙实验在过去近百年仍停留在“思想”层面。

研究团队在量子极限条件下实现了最灵敏的“可移动狭缝”——利用光镊囚禁的单个铷原子作为“可移动狭缝”,使用拉曼边带冷却技术将原子制备至三维运动基态,使其动量不确定性下降至与单光子动量相当的水平。同时,实验可以通过灵活地调节光镊囚禁势阱深度,来改变原子狭缝的动量不确定度。实验选定一个封闭循环跃迁,排除了原子内态自由度的干扰。为实现稳定的干涉,研究组发展了主动反馈锁相技术,将原子荧光的干涉路径抖动控制到了纳米级别。

实验结果表明,随着光镊阱深增强,原子受到的空间限制更强,根据海森堡不确定性原理,其基态动量波函数将更宽。所以经过光子反冲

后,原子动量波函数的重叠度增加,导致光子与原子间的纠缠度降低,从而使得光子干涉对比度提高。此外,在实验中观察到的干涉对比度下降,部分由原子加热引起。研究团队通过校准和去除这一经典噪声影响后,实验数据与原子处于完美基态时的光子干涉对比度高度吻合。研究团队还实现主动调控原子平均声子数,观察到声子数增多引起的干涉对比度下降,展现了系统从量子到经典的过渡。

该工作在爱因斯坦和玻尔关于量子基础的争论近百年之后,首次利用基态单原子作为对单光子动量敏感的“可移动狭缝”,不仅在量子极限层面实现了爱因斯坦思想实验,而且发展了高精度单原子操控、单原子－单光子纠缠和干涉等精密量子技术,为未来实现大规模中性原子阵列、压缩态纠错编码并进一步探索消相干和量子到经典过渡等基础问题奠定了基

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1103/93zb-lws3>

用树轮揭开故宫古木“身世之谜”

■本报记者 冯丽虹

这几天,北京天寒地冻,中国科学院地质与地球物理研究所研究员许晨曦的心却格外火热。因为他与合作者刚刚完成一项“非典型”研究——用树轮中的氧同位素给故宫大高玄殿的古木“寻根”。

此类应用在全球范围内尚属首次。他们不仅成功锁定3根古木的生长年代,更追溯出其遥远“故乡”的地理来源,为古建筑研究推开一扇新窗。相关研究近日发表于《npj 遗产科学》。

跨界

2019年,当听说故宫大高玄殿九天应元雷坛屋顶替换下3根落叶松木构件时,许晨曦的心弦被拨动了。

许晨曦的老本行是研究古气候变化,即用树轮中的稳定同位素研究过去千年以来的亚洲季风变化。不过,他一直想用这一“看家本领”做点应用方面的事,考古就是他看好的一个出口。

一直以来,判断古建筑年代、建筑历史主要靠文献记载和建筑形制研究。但许多单体建筑史料常有缺漏,形制研究易受主观性和后世修缮干扰。这使得相关研究缺乏自然科学精确的判定手段。

“木构古建筑本身是一个很好的定年材料,也记录了古气候变化信息。”许晨曦对《中国科学报》说。

事实上,将树轮年代学应用于考古已有百年历史。作为我国现存规模最大、保存最完整的木结构宫阙建筑群,北京故宫拥有海量的木构件。故宫博物院此前也曾与德国团队合作,尝试用传统的树轮宽度分析方法探寻木料来源。

然而,该方法的困境在于所需样本量较大,这意味着要对更多样本进行“微创”取样——钻取直径约1厘米的木材样品。而故宫古木样品很难满足这一条件。

基于多年的基础研究,许晨曦与合作者提出新手段——树轮氧同位素分析。“氧同位素就像树木的‘雨水指纹’,不同地区不同时期的降水同位素组成差异明显,树木会忠实地记录下来。”许晨曦解释说,溯源的原理很简单,就是把木材的氧同位素数据与研究团队建立的全国树轮氧同位素数据库进行比对,匹配度最高的区域就是木材的产地。

“相比传统的年轮宽度法,氧同位素法的优势



▲修缮中的大高玄殿区域九天应元雷坛。
►九天应元雷坛南立面。



故宫博物院供图

在于,它受个体树木生长差异的影响较小,即使样本量很少,只要能够高度匹配某个区域的参考序列,就能实现有效定年和溯源。”许晨曦说。

惊喜

当3根松木的氧同位素数据被提取出来,并与团队长期建立的全国数据库进行比对时,惊喜出现了——3个样品的数据高度一致,且最匹配区域指向了东北老白山、长白山地区。他们还拼出这些样品在1749年至1892年的144年间的浮动氧同位素序列。

“看到最初的数据指向东北时,我有点吃惊,很难想象古人会跑那么远去砍树建宫殿。”一口东北方言的许晨曦笑言。

这份惊讶很快被合作者、故宫博物院副研究员张琼提供的历史文献所印证。研究团队惊喜地发现,清代档案中确有康熙年间批奏“采办塞外松木”建造宫殿的记录;而木构件最晚生长年份(1892年)在时间上也能与大殿的修缮期相对应——大高玄殿在清晚期被西方列强侵占并损坏,后于1902年两宫回銮后重建雷坛屋顶结构。

“当同位素信号与历史记载完美契合时,那种科学发现带来的兴奋感难以言表。”许晨曦说。

这一发现不仅确认了木材来源,还揭示了明清故宫用材策略的重要转变——从楠木到松木的更替,反映了明朝两个多世纪以来不可持续的伐木导致楠木资源几近枯竭,清廷开始寻

找替代材料,其着眼点便是满族人所熟悉的“塞外松木”。

双赢

据介绍,目前研究团队正将这一方法应用于故宫养心殿古楠木产地研究。“未来,我们还可以给更多古建筑做‘体检’。”许晨曦说,“比如应县木塔,都说其建于辽代,但不清楚具体是哪一年、木材来自哪里,如果能取样分析,也许就能给出自然科学证据。”

研究团队长期建立的数据库则是溯源研究的基础。目前,他们已经构建了中国乃至东亚的树木年轮氧同位素数据库,如东北地区可追溯至公元1568年以来的序列,华北地区可追溯到约500年前至300年前的序列,云南、川西等南方地区的序列可追溯至700年前甚至更早,甚至还建立了可追溯至800年前左右的越南数据库——因为历史上很多楠木可能来自东南亚。

“未来,随着数据库的不断丰富和空间覆盖度的提高,我们为更多地区古建筑溯源的能力也会增强。”许晨曦说。

长远看,这些应用也能反哺古气候研究。“每一根古木都是一本气候日记。通过它们,我们可以重建一个地区历史上的极端干旱或暴雨事件,理解气候变化的规律。这对我们来说是双赢。”许晨曦说。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s40494-025-02172-1>

丁薛祥在卓越工程师培养改革座谈会上强调 加大卓越工程师培养力度 为建设教育强国、科技强国、人才强国提供有力支撑

据新华社电 卓越工程师培养改革座谈会12月4日下午在京召开。中共中央政治局常委、国务院副总理丁薛祥出席会议并讲话。

丁薛祥表示,工程师是推动工程科技创新的主体,是国家战略人才力量的重要组成部分。习近平总书记强调,要进一步加大工程技术人员自主培养力度,加快建设规模宏大的卓越工程师队伍。近年来,卓越工程师培养改革取得积极进展,推动了产学研协同育人,促进了工程教育质量提升,服务了国家战略需求。

丁薛祥指出,党的二十届四中全会擘画了未来5年我国发展蓝图,对加快建设国家战略人才力量作出重大部署。我们要深入学习贯彻习近平总书记重要指示精神,落实教育科技人才一体发展要求,深化工程教育改革,加大卓越工程师培养力度,为建设教育强国、科技强国、人才强国提供有力支撑。

丁薛祥强调,要完善卓越工程师培养体

系,推动机制化常态化培养,让更多一流高校和企业参与进来,提升工程技术人才整体培养水平。优化培养布局,紧扣现代化产业体系和工程建设需要,向更多急需领域拓展。强化标准引领和政策保障,加强导师队伍建设,深化产教融合、校企合作,提高人才培养质效。提升工程教育国际化水平,推进工程师资格和工程教育标准多双边互认,更好服务企业“走出去”。有关部门要履职尽责,高校要扛起立德树主体责任,企业要发挥支撑作用,凝聚共识、形成合力,推动卓越工程师培养不断取得新成效。

座谈会上,中央组织部、国务院国资委、北京市、北京航空航天大学、华中科技大学、中国电子科技集团负责同志,以及高校导师和研究生代表作了发言。中央和国家机关有关部门负责同志,部分省市负责同志,有关高校、企业和科研机构主要负责同志参加会议。

策源新质生产力 书写湾区科技创新篇章

■黄从利

“加快高水平科技自立自强,引领发展新质生产力”,党的二十届四中全会提出的这一战略部署,成为引领广大科技工作者砥砺前行

的行动纲领,令我们倍感使命光荣、重任在肩。中国科学院广州分院(以下简称广州分院)分党组将学习贯彻全会精神作为当前和今后一个时期的重大政治任务,团结带领分院系统广大党员干部和科技工作者,奋力将建设科技强国的宏伟“大写的意”,精雕细琢为服务粤港澳大湾区建设的细腻“工笔画”,在科技报国的征程中勇担使命、奋发作为。

深度学习把方向, 准确领会全会精神核心要义

习近平总书记情系南粤,于11月7日至8日来到广东考察。这是党的二十届四中全会后总书记首次地方考察。在党和国家事业发展的关键节点,总书记又一次来到广东,并强调要“着眼发展新质生产力,强化科技创新和产业升级深度融合,建设具有国际竞争力的现代化产业体系”。

广州分院也将自身改革发展融入国家大局,深刻领会全会精神的核心要义,切实增强责任感、使命感和紧迫感。广州分院既要坚持系统观念,将全会精神与习近平总书记关于科技创新的重要论述一体学习、贯通领会,更要将其作为破解发展难题、谋划未来布局的根本遵循和行动指南。广州分院要紧密联系实际,思考如何在构建新型举国体制中找定位、发挥作用;如何在完善科技创新体制机制中勇于探索、先行先试;如何在服务粤港澳大湾区国际科技创新中心建设中展现更大作为。

聚焦使命勇担当, 争当大湾区科技创新排头兵

广州分院分党组紧紧围绕抢占科技制高点这一核心任务,充分发挥“把方向、管大局、保落实”作用,并结合分院实际与湾区实践,推动各项工作取得积极进展。

中国科学院南海海洋研究所为支撑南海岛礁可持续发展作出重要贡献;华南国家植物园建设方案正式获批;中国科学院广州地球化学研究所关于“嫦娥六号返回样品揭示月背28亿年前火山活动”的研究入选“2024年度中国科学十大进展”;中国科学院广州生物医药与健康研究院研发的新型抗白血病和抗肿瘤药物获批上市;中国科学院深圳先进技术研究院成功研制全球首款5.0T人体全身磁共振仪,突破高端成像技术瓶颈。

此外,中国科学院广州能源研究所研发的鹰式波浪能发电与并网技术,为我国海上能源安全提供系统解决方案;中国科学院亚热带农

业生态研究所“西南喀斯特区石漠化治理与生态服务功能提升关键技术及应用”获国家科技进步奖二等奖,有力支撑西南生态屏障建设;中国科学院深海科学与工程研究所牵头的北

极载人深潜任务圆满完成。中国科学院深度参与粤港澳大湾区国际科技创新中心建设,广州分院则引导创新资源向广州南沙科学城、深圳光明科学城、东莞松山湖科学城集聚,构建广深港、广珠澳两条科技创新走廊,打造重大科技基础设施集群,高质量推进强流重离子加速器装置、加速器驱动嬗变研究装置、中国散裂中子源二期工程、先进阿秒激光设施、人类细胞谱系大科学研究设施和冷泉生态系统研究装置等在建设施建设,为前沿基础研究和关键技术突破提供“国之重器”支撑。

中国科学院深度参与粤港澳大湾区国际科技创新与产业创新深度融合——着眼未来产业培育新动能,强化基础研究与原始创新,为未来产业发展提供高质量科技供给;助力发展战略新兴产业,集中力量在集成电路、生物医药、新能源、新材料、海洋牧场等重点方向加强攻关,培育壮大发展新引擎;服务民生产业,围绕资源环境、公共服务、乡村振兴、绿美广东等民生关切领域,推动科技成果走进百姓生活。

强化组织抓落实, 确保全会精神落地见效

学习贯彻党的二十届四中全会精神,最终要体现在切实可行的举措和实实在在的成效上。广州分院系统各级党组织要切实扛起政治责任,加强组织领导,精心部署安排,确保全会精神不折不扣落到实处。

首先,广州分院在深化学习研讨上持续用力,坚持将党的二十届四中全会精神作为分院分党组、各单位党委理论学习中心组学习的核心内容,通过专题报告、集中研讨、个人自学等多种形式,引导广大党员干部和科研骨干深刻领会精神实质,准确把握核心要义,真正做到学深悟透、融会贯通。其次,广州分院在推动落地见效上狠抓落实,紧密联系分院和各研究所的发展实际,研究制定贯彻落实全会精神的具体工作方案和任务台账,将宏大的战略部署细化为可操作、可考核的工作举措。最后,广州分院建立健全督促检查机制,对各项重点任务的推进情况进行跟踪问效,确保各项改革举措和科技目标落到实处、见到实效。

展望“十五五”,广州分院将坚持以服务国家和区域重大需求为导向,推动中国科学院在粤科研机构开展原始创新和关键核心技术攻关,聚焦抢占科技制高点核心任务,持续发力、久久为功,书写国家战略科技力量主力军引领粤港澳大湾区发展的新篇章。

(作者系中国科学院广州分院分党组书记)

学习贯彻党的二十届四中全会精神

美国加速投建 AI 超级计算机



本报讯 美国布法罗大学(UB)的结构生物学家 Thomas Grant 正在开发一个人工智能(AI)系统。但其所任高校难以负担系统所需的高端AI芯片——这些芯片不仅价格昂贵,而且正被硅谷科技巨头大量囤积,用于打造更强大的聊天机器人。不过,据《科学》报道,美国纽约州政府已通过一项耗资5亿美元、为期10年的帝国AI计划介入其中,旨在使像 Grant 这样的研究人员能够获取所需的计算资源。该计划于去年启动,即将在未来几个月内启用第二台超级计算机。后者预计将成为全美最强大的学术 AI 超级计算机之一。

“在帝国 AI 计划启动前,仅有少数科技巨

头拥有开发 AlphaFold 这类工具的计算资源。”UB 负责研究的副校长、帝国 AI 董事会成员 Venu Govindaraju 表示,“如今,借助该计划,纽约的研究人员也能自行开发。”

帝国 AI 计划参与者包括纽约 9 所高校及西蒙斯基金会下属的一个研究所。纽约州政府提供了主要资金支持,西蒙斯基金会则捐赠了该计划首台超级计算机 Alpha。这部部署于 UB 的计算机搭载近 200 块英伟达最先进的图形处理器,但按 AI 标准衡量,其性能中规中矩。

不过,第二台机器 Beta 将实现数量级的性能飞跃——它将搭载英伟达最新推出的 Blackwell 芯片,这在学术界实属罕见。帝国 AI 董事会成员、西蒙斯基金会首席技术官 Ian Fisk 指出,这些芯片通过强大的网络互联,信息传输速度将远超包括美国能源部(DOE)部署的全球最强超级计算机 El Capitan 在内的现有系统,且所需硬件更少。

到 2027 年,该计划将完成第三台超级计算机 Gamma 的建造,其性能比 Beta 提升 10 倍,随后还将推出第四台机器 Delta。“我们的目标是确保在整个项目周期内始终保持机器的先进性。”Fisk 表示。

纽约州并非个例。今年 9 月,美国加利福尼亚州通过立法成立与纽约州类似的、聚焦 AI 的 CalCompute 计划,并将依托美国加利福尼亚大学系统进行建设。

与此同时,美国联邦层面的 AI 基础设施建设也在推进中。有专家小组建议投入 26 亿美元,用 6 年时间升级由美国国家科学基金会资助的“国家 AI 研究资源”(NAIRR)计划,因为当前的计算需求常常得不到满足,从而导致排队长。

今年 10 月,DOE 宣布与英伟达和超微半导体公司合作,打造 9 台新型 AI 超级计算机。由于企业承担了部分成本,这些合作有助于 DOE 的实验室跟上硬件发展的步伐。(文乐乐)



图为钻探监测系统设备下水。 本报记者朱汉斌报道 研究团队供图