

跨越 3 万光年的追捕： 中国“拉索”锁定宇宙超高能“嫌犯”

(上接第 1 版)

和克罗宁一样,大家什么都没看到。于是,之后的 40 多年里,德国实验室究竟有没有看到超高能光子信号、天鹅座 X-3 究竟能不能产生那么高能的光子,成为“悬案”。

在“拉索”建成前,天鹅座 X-3 印在每一代高能天体物理学家的我心里,没有人能证明它能发出超高能量的光子,也没有人证明它不能。

从 CASA-MIA 的失败经历中吸取教训后,曹臻及其团队在建“拉索”时,铆足了劲把缪子探测器的有效面积从 CASA-MIA 的 1%提升到 4%,这意味着探测器从干扰信号中提取出超高能光子信号的“淘金”能力有了大幅提升。同时,整个阵列面积相比于 CASA-MIA 实验也增大了 4 倍,收集光子能力大幅提升。

当看到“拉索”的超高能光子呈现出 4.8 小时节拍时,曹臻、李颢等人知道,找到答案了——制造出这种超高能光子的“嫌犯”就藏身在天鹅座 X-3。

“我们原来只能把‘嫌犯’定位到光年量级的泡泡里,现在,它已经被锁定在 3 个太阳半径之内。从光年量级到太阳半径量级,定位精度提高了几千万倍。”曹臻说。

更大的谜团浮出水面

锁定“嫌犯”位置只是第一步。更大的难题是解释“嫌犯”到底是怎么造出超高能光子的。

团队成员王界双一直在琢磨这个问题。他是上海交通大学李政道研究所的副教授,负责对数据进行理论解释。当他第一次看到“拉索”的能谱数据时,整个人愣住了。“能谱没有掉下去,反而升上来了。”王界双说,“这在伽马天文里是第一例。”

“就像看见一头恐龙。”曹臻形容团队看到数据时的反应,“拉索已经发现了 100 多个源,就这个长得最怪。”

根据理论预期,天体源的伽马射线能谱会随着能量升高而快速下降,像一条顺坡下行的滑梯。但天鹅座 X-3 的能谱在 1 千万亿电子伏特以上不但没有下降,反而翘了起来,“像恐龙的尾巴,高高扬起”。

在尝试对这个现象做理论解释时,王界双和合作者用了“强子起源”模型:来自伴星的高能紫外光子,在黑洞附近,被超高能量的质子“踢了一脚”,能量瞬间从 10 电子伏特被“撞”到 4 千万亿电子伏特。

这一脚,暴露了“嫌犯”的实力。根据强子相互作用中光子约占质子能量 10%的估算,能把光子踢到 4 千万亿电子伏特的质子,自身能量至少达到 30 至 40 千万亿电子伏特。

于是,更多、更大的谜团浮出了水面。论文在预印本平台公布后,7 个月内被引用 20 余次。大家都在猜测、构建模型,尝试解释质子如此巨大的能量是怎么来的、恐龙尾巴一样的能谱是怎么翘起来的、超高能光子 4.8 小时的周期是怎么产生的,以及天鹅座巨大的发光泡泡是不是它点亮的。

“它关系到整个银河系宇宙线的起源和传播问题。”曹臻说。

当被问及“拉索”的发现是否破解了 40 多年前的“悬案”时,曹臻说:“我们还没有给当年的‘悬案’翻案。按照 1983 年的观测能力推测,如果他们当时真的看到了超高能光子,说明天鹅座 X-3 发生过一次比我们现在看到的光子能量强 1000 倍的爆发,除非‘拉索’也看到一个比现在要强 1000 倍的光子,否则那依然是个‘悬案’。”

如今,“嫌犯”被锁定在天鹅座 X-3,但还没有被抓住。“‘拉索’正在做更深入的研究,也在等着它来一次更大的爆发,搞清它到底是怎么把粒子加速到这么高能量的。”曹臻说,团队也在推动建设切伦科夫望远镜阵列,从而观测更多天体源的细节。

这场跨越 3 万光年的追捕,仍在继续。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1093/nsr/nwag435>

“新的黄金时代”:AI 时代美国国家创新战略的重构

■吕佳龄 王颖

近日,美国白宫科技政策办公室发布《科学:新的黄金时代》(以下简称《黄金时代》)报告,以重塑美国科学技术体系、迎接人工智能(AI)驱动的科学革命和全球科技竞争为主旨,围绕科研资助、人才培养、研究组织、创新基础设施以及科学与制造的连接提出一系列政策主张。表面上,这是一份国家政策改革报告;更深一层,它回应的是一个国家的创新治理问题——在技术范式、产业结构和创新主体发生显著变化的条件下,国家应当如何重新组织创新。

美国政府从来不是创新体系的旁观者。尽管美国政策叙事长期强调市场机制、企业家精神和科学共同体自治,但从二战时期的科研动员,到美国国防部高级研究计划局(DARPA)、国家实验室和跨部门研发计划,联邦政府始终通过确定战略方向、配置公共资源和设计组织形式参与创新过程。当前,AI 等新兴技术的发展进一步改变了创新活动的条件,重大突破越来越依赖跨学科知识、算力与数据、实验设施、工程实现和产业制造的结合。正是在这一“AI 的特殊时刻”,《黄金时代》重新阐释国家作为创新组织者的角色,并试图为今后较长时期的美国科技政策确立新的议程。

战略目标的變化：

从保持科学领先到构建国家创新能力

1945 年,万尼瓦尔·布什在《科学:无尽的前沿》中系统论证了美国联邦政府支持基础研究的责任,并确立了以大学为知识生产的重要载体,以科学共同体的专业判断配置科研资源的政策共识。《黄金时代》有意把当前改革置于与 1945 年相呼应的历史位置,重大突破越来越依赖跨学科知识、算力与数据、实验设施、工程实现和产业制造的结合。正是在这一“AI 的特殊时刻”,《黄金时代》重新阐释国家作为创新组织者的角色,并试图为今后较长时期的美国科技政策确立新的议程。

20 世纪 70 年代以后,面对生产率放缓、产

全球首个光子时间晶体研制成功

有望开启超高速计算机、智能通信及全新激光器新时代

■ 科学此刻 ■

本报讯 一个国际研究团队通过实验构建出首个全光光子时间晶体,这种材料能够随时间推移快速且反复地改变光学行为。这一突破有望为超高速计算机、新型智能通信系统、先进成像技术以及新一代高度可调谐激光器的研制作出贡献。相关成果 7 月 29 日发表于《自然》。

操控光在材料内部的传播行为,已催生出塑造现代生活的多种技术,比如光纤承载着通信网络信息、激光器提供高精度光源、光学传感器广泛应用于化学和生物学领域……法国巴黎综合理工学院的 Yannis Laplace 团队则致力于研发能控制太赫兹频段光线的光子器件。

太赫兹频段处于电子学与光子学的交界处,其频率比当前电子元件使用频率高约 1000 倍,有望为观测和操控物质提供强有力的新方法。“无论对科学还是社会而言,这一频段都充满机遇,但与电子和光子同类技术相比,它的光开发相对滞后。制造光子晶体有望弥补这一差距。”Laplace 说。

传统光子晶体是一种纳米结构材料,包含

重复的光学图案,它决定了光子在其中的运动方式。通过排列不同形状和折射率的材料,科学家能够阻挡、引导或增强特定波长的光。从这个角度看,光子晶体控制光子的方式类似于半导体控制电子的方式。

Laplace 团队的早期实验表明,温度和磁场可以改变光子晶体捕获光的能力。然而,一旦这些条件设定完毕,其光学行为便不会随时间的推移而改变。

但 Laplace 团队此次构建的全光光子时间晶体的光学特性,如反射率、共振频率,能在皮秒(万亿分之一秒)的时间尺度上动态改变。这已接近光子自身振荡的时间尺度。除了空间上依赖光学图案的排列外,光子时间晶体还在时间维度上引入了重复的模式。

“通过将光子晶体从空间拓展到时间,我们为光控制开辟了一个新维度,也开启了一条通往放大和激光发射的新路径。这可能彻底改变太赫兹频段及更广范围的光学技术。”论文第一作者、巴黎综合理工学院的博士生郭延文(音)解释道。

然而,实现如此快速的操控需要一个复杂

的专用器件。因此,研究人员构建了一种名为“等离子体超材料”的光子晶体。该材料包含微米尺度的金属锯齿状结构,位于绝缘层和由钨锡混合物制成的半导体之上。这些金结构形成了微小空腔,能将光限制在金层和半导体层之间。当半导体表面被激发时,会产生“表面等离子体”,即能捕获光并维持其振荡的电子集体激发波。这种相互作用为研究人员提供了一种以极

高速度操控被捕获光子的方式。

研究团队将器件暴露于德国德累斯顿—罗森多夫亥姆霍兹中心(HZDR)TELBE 超辐射太赫兹光源产生的激光脉冲下。由于 TELBE 能产生可调谐至不同频率的强太赫兹辐射,研究人员得以同时从强度和速度层面改变材料的光学性质,尤其是反射率。这种强度的改变,好比迫使一个物体发出完全不同颜色的光,且整个转变过程发生在皮秒尺度上。“TELBE 能产生高场强、相位稳定的太赫兹脉冲,对实现这一点至关重要。”TELBE 设施协调员 Jan-Christoph Deinert 说,“没有这一基础设施,是不可能实现光子时间晶体机制所需的那种相干、超快调制的。”

法国法兰西公学院研究员 Marco Schiró 团队开发的一个理论模型,支持了 Laplace 团队的实验结果,并帮助解释了光子在器件内部的行为方式。模型计算表明,材料界面间的推移而改变,可将光子耗散减半。耗散指的是那部分未被反射而是穿过了超材料表面的光子。“该理论不仅重现了实验,也为指导这一系统的未来研究打下了基础。”Schiró 表示。

研究人员希望进一步减少光子耗散,并增加晶体内容纳的光子数量。如果能产生足够强的放大效果,该器件可能将成为高度可调谐激光器的研发基础。

光子时间晶体最终可能改变光在技术中的应用方式,尤其是在太赫兹频段。它们在极短时间尺度上改变光的能力,有望支撑用于医学成像和通信的超快激光器。

此外,这项技术有望使瞬时按需调节光的颜色或强度等特性成为可能。这种级别的控制能力可能催生更快、更智能、适应性更强的光学系统。

(徐锐)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10825-9>

谁把天花带到美洲

400 多年前,生活在今天智利境内的两个人在感染了天花病毒后死亡。现在,从他们的遗骸中发现的病毒 DNA,提供了这种疾病何时到达美洲的遗传学证据。

这项 7 月 30 日发表于《科学》的研究证实,导致天花的天花病毒是从欧洲传入美洲的。这项研究还提供了新的证据,表明天花病毒在适应人类宿主的过程中失去了基因,而这一机制如今可能也被其他病毒所利用,例如猴痘病毒。

德国柏林夏里特医学院的计算病毒学家 Terry Jones 表示:“我们对病毒的近代发展史几乎一无所知。”他说,这样的研究为了解病毒体的过去提供了一个罕见的机会。

天花是世界上最致命的疾病之一,仅在 20 世纪就导致约 3 亿人死亡。历史记录显示,天花传入美洲同样造成了灾难性后果,致使数百万人丧生。然而,病毒并不会留下太多考古证据。迄今为止,关于 20 世纪之前的天花 DNA 仅有两个例证:一个来自 7 世纪维京人遗骸的序列,另一个来自 17 世纪立陶宛人遗骸的序列。

研究人员掌握的有限基因证据表明,天花在过去几个世纪里经历了剧烈的进化。7 世纪的天花病毒基因组比 20 世纪的毒株大得多,且包含更多的活性基因。

这项新研究意外发现了天花病毒。该团队最初是测试 DNA 分析软件,以研究智利北部一处考古遗址的人类历史。研究人员对 1492 年至 1631 年间生活在一个小型定居点的两个人的遗骸进行了 DNA 测序,竟意外发现了一种未知天花变异株的痕迹。论文作者、智利大学的生物人类学家 Constanza de la Fuente Castro 表示,他当初“完全没料到”会发现这种疾病的痕迹,但这“反而更令人兴奋”。

研究团队随后将该变异株与其他古代和现代天花基因组进行了对比。研究表明,这种智利变异株大约在 13 世纪从天花的欧洲分支中分离出来,从而证实了欧洲殖民者是该地区天花的源头。研究人员还发现,该变异株的活性基因数量多于 20 世纪的天花变异株,但少于在 7 世纪维京人定居点发现的样本。这表明天花病毒可能在更好地适应感染



印加末代皇帝阿塔瓦尔帕于 1532 年被西班牙征服者俘获,但天花早在 1524 至 1528 年间就已重创印加帝国。

图片来源:Alamy

人类的过程中丢失了部分基因。

美国亚利桑那州立大学的人类学遗传学家 Anne Stone 表示,这项研究填补了该疾病历史上的一处空白。她指出,了解天花及其他病原体的演化过程,有助于研究人员预测如今的病毒可能会如何变化。天花在 20 世纪 70 年代被根除,但正痘病毒家族的其他成员,如猴痘病毒依然存在。近期研究表明,这种病毒在进化和适应过程中

也可能丢失基因,从而更易感染人类。

Stone 表示,科学家需要来自不同时间和地点的更多病毒序列来重建天花的进化史。“我们的发现只是沧海一粟。”Jones 说,但已发现的情况表明,“天花比人们此前猜测的要复杂得多,也要多样化得多”。

(方子逸)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.aac6957>

化:公共资源配置的对象不再只是彼此独立的优秀项目,而是面向战略任务主动塑造创新组合(portfolio)。

创新组合不是若干项目的简单汇总,而是一种围绕目标设计技术路径、配置互补能力并根据进展持续调整的资源组织方式。面对高度不确定的前沿领域,管理者很难事先准确判断哪一条路线最终成功,因此需要同时支持多种可能路径,设置清晰的技术里程碑,并依据阶段性证据增加、压缩或终止投入。组合管理的目的不是消除失败,而是通过并行探索、动态选择和及时退出,把单一路线失败的风险转化为整个任务层面的学习能力。

DARPA 是这种模式的典型代表。其项目经理不仅评审外部申报,还要主动提出技术构想、界定任务、设计项目组合、选择执行团队并持续跟踪技术进展。他所管理的不是一个稳定学科领域中的项目清单,而是一项有明确期限和假设的研发任务。需要强调的是,组合管理并不等于以少数管理者的人个判断替代同行评议。它适用于目标相对明确、技术路径高度不确定、需要跨领域组织和快速调整的战略研发任务;对于广泛自由探索 and 长期知识积累,同行评议及稳定资助仍具有不可替代的作用。《黄金时代》真正提出的并不是用一种机制统摄全部科研活动,而是增加资助方式和研究组织的多样性,使不同风险、时间尺度和任务类型能够匹配不同的资源配置机制。

由此看来,《黄金时代》的资源配置改革并非完全创造一种新模式,而是试图把过去主要存在于 DARPA 等特定机构中的战略导向型组合管理,扩展为更广泛的联邦研发治理理念,其核心变化不是简单增加或减少某类项目,而是把资源配置理解为塑造创新路径和组织能力的过程,通过持续调整项目、技术路线、基础设施和参与主体,使分散的创新活动逐步形成面向国家目标的能力组合。

如何理解美国的新科技战略叙事

“新的黄金时代”是一种雄心勃勃的美国科

技政策叙事。它所唤起的“过去的黄金时代”,是 20 世纪中叶美国依靠科学能力建立国家竞争优势的历史记忆。彼时的核心逻辑是国家支持科学,科学进步进一步促进经济繁荣和国家安全;今天,科学发现仍然重要,但它越来越被视为国家能力形成的起点。国家还需要连接科学、工程、制造、资本和市场,才能把知识转化为可以部署和持续再生产的创新能力。

这也解释了为什么报告中的许多概念初看并不陌生:任务导向科研、公私合作、国家实验室开放、高风险研究和 ARPA 式组织,这些在美国都有长期实践基础。如果仅以“是否出现了新概念”判断报告价值,容易忽略它真正的政策野心。其值得关注之处,不在于发明了一套全新的工具,而在于把原本分散的制度实践重新组合成一个新的国家创新议程,并以 AI 时代的科学革命、产业竞争和国家安全为由,重新界定这些工具的战略功能。

因此,对《黄金时代》的解读既不能停留于报告内容的逐条复述,也不宜把所有既有实践都宣称范式革命。更稳妥的判断是,它体现了美国科技政策重心的持续移动——从主要维护科学共同体的知识生产条件,扩展到主动组织科学、技术和产业能力;从资助单个机构和项目,扩展到构建跨主体能力体系;从依据项目质量分配资源,扩展到围绕国家任务塑造并动态管理创新组合。

归根结底,《黄金时代》所表达的并不是国家要取代科学共同体和市场,而是国家必须增强在不确定条件下组织创新的能力,识别具有战略意义的问题,连接分散的知识与设施,选择适合不同任务的组织和资助方式,并通过预算和动态调整维持长期行动。它是否真的能够开启“新的黄金时代”,仍取决于这些改革能否在战略集中与自由探索、积极管理与专业自治、国家任务与创新多样性之间建立新的平衡。但可以确定的是,美国再次把“如何组织创新”置于科技竞争的核心位置。

(作者单位:中国科学院科技战略咨询研究院)