



听《中国科学报》《中国科学报》官微



科学网 App



科学网官微

力直接构成物质！中国科学家首次认证胶球存在

■本报记者 倪思洁

北京时间 8 月 6 日，北京正负电子对撞机上的北京谱仪Ⅲ(BESⅢ)实验国际合作组，在巴西举行的国际高能物理大会上，以特别大会报告的形式宣布:经过 15 年的持续研究，BESⅢ实验建立了证明胶球存在的完整证据链，解开了困扰学术界近半个世纪的胶球存在之谜。

中国科学院高能物理研究所研究员黄燕萍告诉《中国科学报》，该发现不仅为“量子色动力学”理论提供了决定性验证，也表明一类全新物质形态——纯由“力”构成的物质的存在。

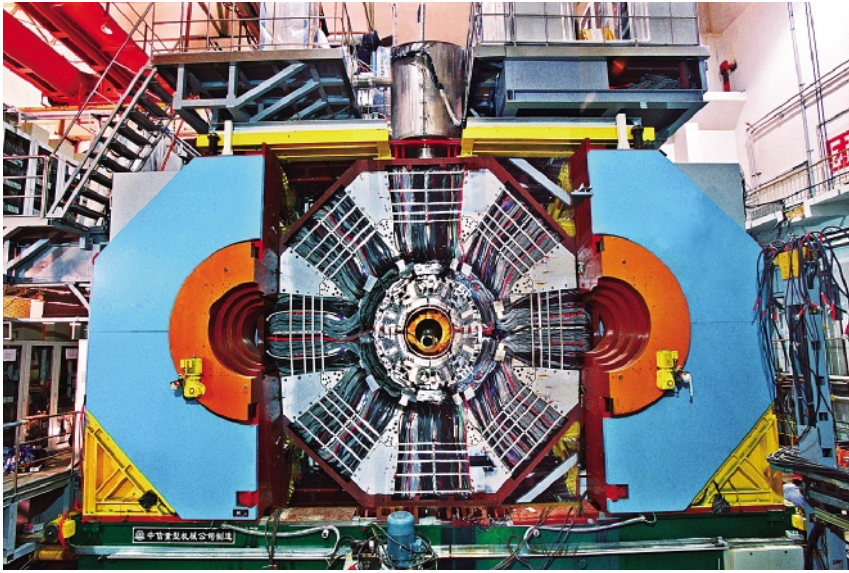
“力”真的能变成实体

这听起来像科幻电影里的情节，比如《三体》中用来制造“水滴”探测器的强相互作用力材料。但这一次，它不是幻想。

中国物理学家用北京正负电子对撞机上的实验向世界证明，在原子核内部的极微观世界里，传递强相互作用力的胶子确实可以“抱团”构成一种纯由“力”构成的全新粒子——胶球。

原子核由质子和中子组成，质子和中子又由夸克组成。夸克之间靠胶子传递强相互作用力，就像光子传递电磁相互作用力一样。但胶子的特别之处在于，光子不会自己吸引自己，而胶子则会。因此，胶子之间有可能相互吸引，形成胶球。

在描述强相互作用的物理学理论“量子色动力学”里，胶球是个极其重要的预言，因为它是唯一一种由“力的传播子”构成的粒子。然而，半个世纪以



北京谱仪Ⅲ(BESⅢ)探测器。

中国科学院高能物理研究所供图

来，在实验中一直未能找到胶球。它到底存不存在，是对这个物理学理论至关重要的检验，也是悬而未决的重大科学问题之一。

15 年，找到完整实验证据链

北京正负电子对撞机能够大量产生丁肇中先生发现的 J/ψ 粒子，这种粒子产生之后瞬间就会衰变成其他更轻的粒子。理论上，J/ψ 的衰变过程非常有利于胶球的产生，是寻找胶球的最佳途径之一。寻找胶球也是北京正负电子对撞机几十年来首要物理目标之一。

2011 年，BESⅢ合作组在 J/ψ 的衰变产物中发现了一个新粒子 X(2370)，疑似为胶球。经过 13 年的努力，他们于 2024 年首次利用 100 亿个 J/ψ 粒子，测定了 X(2370)的自旋和宇称量子数，其质量与格点量子色动力学对相同量子数胶球的理论预言完全一致，向着确定其真实身份迈出了关键一步。

最近，由南京大学教授金山和黄燕萍共同领导的研究团队又往前迈了一大步。他们发现了多个 X(2370)粒子新衰变模式，并且首次测出它的又一项关键“身份特征”——“味单态”性质。

“味单态”性质是胶球的最重要特性。黄燕萍介绍，质子、中子等普通粒子

都含有不同“味道”的夸克，如上夸克、下夸克、奇异夸克等，而胶球由纯胶子构成，不含“味道”信息，属于“味单态”。最新实验结果成功测定 X(2370)正是“味单态”。

至此，BESⅢ实验通过历时 15 年的一系列研究，建立了从质量、量子数到“味单态”的完整实验证据链，证实 X(2370)的主要成分正是物理学家找了近半个世纪的胶球。

近半个世纪最明确的实验结果

国际高能物理大会是每两年一次的全球性大会，只有特别重大的成果发布，才会增加特别大会报告。目前，该实验的相关论文已通过预印本形式公布。

金山介绍，这是近半个世纪以来胶球寻找最明确的实验结果，不仅清晰验证了“胶子能够自我结合形成新型物质”这一重大理论预言，也展示了北京正负电子对撞机在研究强相互作用方面的独特优势。

BESⅢ是运行在北京正负电子对撞机上的大型粒子物理探测器，由来自 15 个国家约 96 个研究机构的约 700 名科学家共同参与。自 2008 年北京正负电子对撞机完成重大升级改造以来，BESⅢ已累计采集超过 100 亿个 J/ψ 事例，成为陶-粲能区的世界领导者。

“正是在这台探测器上，经过 15 年的持续积累、精密测量与国际合作，完成了这项近半个世纪以来关于胶球的确证。”金山说。

相关论文信息：

<https://arxiv.org/abs/2607.20366>

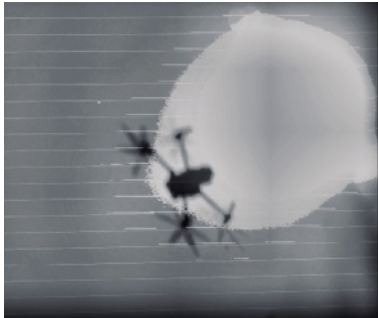
国内首款工业实时逆光相机完成试验验证

本报讯(记者李媛)近日,中国科学院西安光学精密机械研究所与西安电子科技大学联合团队研制的国内首款面向工业极端场景的实时逆光成像相机,在航天科技集团等单位完成多场景试验验证。这标志着我国逆光成像技术正式从实验室原理验证迈入工程化应用新阶段,为强逆光环境下的视觉感知任务提供了自主可控的核心技术方案。

“动态范围”是决定逆光成像能力的核心指标。传统成像系统动态范围在面对强逆光时,高亮背景光会让感光元件快速饱和和“过曝”。

针对行业痛点,研究团队摒弃了传统“先成像、后修补”的被动处理路径,创造性提出“光场像素级智能调控”技术范式,首次将主动光场调控理念深度耦合于成像链路,通过设计新型二次成像光学系统并嵌入光场智能调控算法,实现光学调制与探测器响应的协同优化,在实时性、动态范围和细节还原能力上相较传统方案实现了代际跨越。

嵌入光场智能调控算法的新型二次成像光学系统能够针对强光过曝区域自动实施光学衰减,针对暗弱前景区域同步增强信号增益,就像为相机的每一个感光像素配备了独立的智能调光开关,无需多帧拍摄与后期合成,单次曝光即可直接输出高动



太阳直射眩光环境中的无人机调制成像效果。
中国科学院西安光学精密机械研究所供图

态、高保真的逆光场景图像。经多轮测试,该相机核心动态范围超过 180dB,实现 10 亿倍亮度跨度,可在正对太阳的极端强光下清晰捕捉不发光无人机的暗部细节,相当于在火箭发射的轰鸣中分辨出蚊子振翅级别的微弱信号。

面向实际工业应用需求,团队同步攻克光学畸变抑制技术和逆光场景下小目标智能识别技术,通过像素级动态配准算法补偿逆光条件下复杂光路引入的几何失真,确保成像几何精度与动态范围同步达标,为目标检测、识别与跟踪提供了可靠数据源。

“分子钩针”让基因敲入不再“伤筋动骨”

■本报记者 张晴丹

在基因编辑的世界里，传统 CRISPR-Cas9 技术像一把力道刚猛的“分子剪刀”，在剪断 DNA 双链的同时，引发细胞惊慌失措的“紧急修复”，带来安全隐患。

如果把传统的双链切割比作“伤筋动骨”的大手术，那么清华大学生命科学学院副教授王海峰团队开发的 KNIT Editing(KE)系统，如同一枚温柔的“分子钩针”，只需在 DNA 的一条链上制造一个切口，便能实现大片段基因的高效精准“织”入，效率最高可达 89%，支持从 0.7kb（千碱基对）到超过 10kb DNA 片段的可编程整合。

这项成果近日发表于《自然》，有望为遗传病治疗和细胞疗法提供更精准安全的工具，同时也打破了“仅基于单链切口的基因编辑效率低下”的传统认知。

一次关于“时空”的跨界思考

王海峰的科研之路并非一开始就向基因编辑奔去。在博士和博士后阶段，她更像一个痴迷于细胞内部动态的“观察者”。“我特别想知道细胞里生命过程是如何发生的，比如染色质究竟如何运动、DNA 互作如何在时空维度上动态变化。”王海峰在接受《中国科学报》采访时回忆道。

王海峰之前开发的 CRISPR LiveFISH 技术让 DNA 带上荧光，在活细胞里为染色质的运动和 DNA 互作拍“纪录片”，并开发了 CRISPR-GO 技术调控染色质在细胞核内不同区室的定位。这种对染色质时空动态和三维基因组互作的理解，为她后来开发新工具埋下了伏笔。

“我们做活细胞成像时学到了‘时空’概念。一件事在正确的时间、地点才能发生，一个分子也需要在正确的时空才能更好地发挥功能。”王海峰说，这种思路被巧妙地借鉴到基因编辑中。

传统的双链切割方法依靠细胞自身的修复机制去“补洞”，而“洞”补得是否精确很难控制。团队意识到，想要实现安全精准的插入，关键或许不在于如何“破坏”，而在于如何“引导”。

2022 年前后，团队进行了一项关键的系统性筛选。一个看似简单却十分关键的策略最终脱颖而出——把修复模板“拉”到单链切口旁边。“我们发现，只要把供体 DNA 拉到足够近的位置，单链切口就能非常有效地启动修复和插入。”论文共同第一作者、清华大学博士后部艳敏向《中国科学报》解释道。

团队给这项技术命名为“KNIT Editing”，既寓意“编织”(knit)的过程，也对应其英文全称 Kilobase-scale nickase-targeting editing(千碱基尺度切口酶靶向编辑)。名字的灵感来自织毛衣的动作——切口酶(nickase)如同一枚细小的钩针，在 DNA 上形成精准的单链切口；而供体 DNA 则像一根毛线，在空间定位的引导下被牵引并“编织”进基因组，实现精准的基因信息写入。

“很多工具的突破看起来可能只是捅破了一层窗户纸，但在哪里捅破这层窗户纸，通常需要经历长

我国首座抗 17 级台风高技术难度浮式风电平台投运

据新华社电 中国海油 8 月 6 日宣布,我国自主设计建造的首座 16 兆瓦张力腿深远海浮式风电平台“海油安澜号”成功接入陆丰油田电网并直供绿电。平台按可抵御 17 级台风极端工况设计建造,其投运标志着我国深远海浮式风电装备技术走向世界前列,为我国海上风电开发探索新路线。

“海油安澜号”安装于珠江口盆地海域,安装位置水深 136 米、离岸 136 公里。整体高度近 110 层楼高,总重 7800 吨,扫风面积相当于 7.5 个标准足球场,平台通过海底电缆接入陆丰油田电网,投产后预计每年可提供 5400 万度绿色电力。

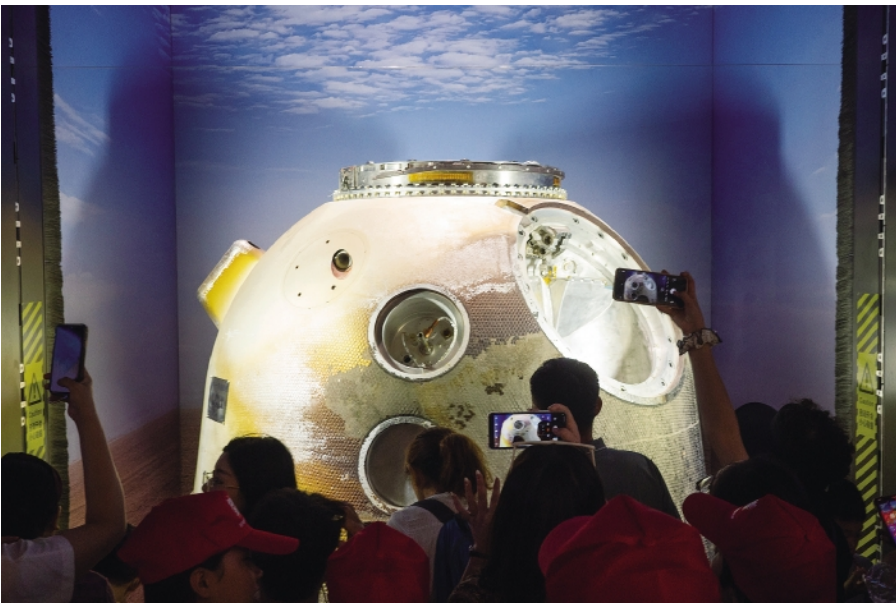
我国深远海风能资源丰富,是未来海上风电增量的关键来

源。张力腿浮式风电平台是专门为开发深远海风电而设计建造的大型浮式装备,技术难度高。相较于半潜式平台,张力腿平台的稳定性、单位兆瓦用钢量具有突出优势,且用海面积更小,缓解了海上风电开发与传统海洋利用活动的矛盾,将更有利于海洋空间的高效集约利用。

由于风电波动性大,中国海油提出海上风电、燃油发电、储能多元电力组合协同供电模式,实现海上风电高比例接入油田电网,以绿电替代原油发电,降低油气生产对化石燃料的依赖,同时也减少污染物排放和碳排放强度。该平台投产

后预计每年可节约燃料油 1.5 万立方米,减少二氧化碳排放 3.5 万吨。

(王悦阳 梁斌)



8 月 5 日,中国共产党历史展览馆新增展项“筑梦星辰——神舟十七号载人飞船返回舱”正式面向观众开放。展项用 LED 屏幕配合互动滑轨伸缩开合系统,结合珍贵航天视频素材制作 8K 裸眼 3D 影片,打造沉浸式参观环境。展项旁展厅同期展出 1:1 嫦娥五号月球探测器模型。图为观众在参观返回舱。

图片来源:视觉中国

损失近 20 亿美元,加拿大野火减少欧美太阳能发电量



寰球眼

本报讯 野火带来的诸多危害又新增了一项:太阳能发电量减少,化石燃料消耗也随之增加。一项针对 2023 年加拿大野火的研究显示,飘散的烟雾造成欧洲与北美洲太阳能发电量下降 3%,经济损失接近 20 亿美元。

“很明显,我们正面临这类事件将反复上演的局面。”希腊克里特理工大学的 Iulian-Alin Rosu 表示,“今后每年加拿大似乎都会爆发规模巨大的野火事件。”

加拿大大规模野火产生的烟雾能够扩散至北半球的大部分地区,削弱抵达地面的太阳光照。Rosu 此前发表

的研究显示,2023 年,加拿大特大火释放了大量烟雾,使整个北半球夏季气温降低近 1 摄氏度。但这一降温效应仍未能阻止 2023 年成为当时有记录以来最热的年份,而该纪录现已被 2024 年打破。

Rosu 近期与英国东英吉利大学火灾问题专家 Matthew Jones 探讨了相关研究结果。当时他们正在看污染分布图,Jones 提出了一个疑问:“不知道这会

对太阳能发电产生什么影响?”

于是 Rosu、Jones 及同事获取了北美与欧洲的太阳能发电数据,并将数据输入 Rosu 用于 2025 年研究的气候模型。该研究考虑了烟雾带来的降温效应通过提升太阳能电池板的发电效率,略微抵消了光照减少带来的负面影响,例如欧洲地区光伏板效率因此提升了 20%。

研究团队结合当时电价测算,北美

(以美国为主)损失 7.11 亿美元,欧洲损失近 11.7 亿美元,其中德国受冲击最为严重。Rosu 解释说,欧洲损失更大,主要是因为当地电价水平更高;而美国光伏发电大多集中在南部与西部各州,受烟雾影响相对较小。

烟雾造成的影响超出研究人员预期。“大量太阳能电力无法产生,迫使其他能源产业补足供电缺口,进而导致二氧化碳排放量上升。”Rosu 补充说,“人们需要充分认识到,野火几乎可以对方方面面造成影响,包括大气污染、人体健康、气候天气,甚至太阳能发电。”

今年,加拿大野火烟雾再度飘至欧洲,同样的事情正在重演。Rosu 表示:



2023 年加拿大不列颠哥伦比亚省火灾的卫星影像。

图片来源:Copernicus Sentinel data

“我已经看到今年一些令人担忧的数据。”不过野火季尚未结束,目前还无法将今年的情况和 2023 年进行比较。

(王方)

一线“织补生命”的曙光

工具的意义在于应用。为验证 KE 系统的临床潜力,研究团队在两种具有挑战性的场景中进行了测试。

第一种是遗传病基因修复。很多遗传病是单个基因突变导致的,但这个基因可能有多种不同的“出错方式”。比如,有一种叫溶酶体酸性脂肪酶缺乏症(LAL-D)的病,相关基因有 100 多种不同突变。

面对这种“多种突变导致同一疾病”的复杂性,科学家希望开发一种“通用型”策略。团队选取了含有 LAL-D 相关 LIPA 基因突变的细胞模型,并利用 KE 系统成功将正常的 LIPA 基因 cDNA 精准插入基因组的“安全港”位点(AAVS1),甚至在原位基因位点也进行了整合,有效恢复了蛋白表达。

第二种则是当下肿瘤免疫治疗热门的 CAR-T 细胞疗法。传统的 CAR-T 制备依赖病毒载体将 CAR 随机整合到 T 细胞基因组,存在不确定性,欧美机构曾就此发出过安全性警示。新近的研究用基因编辑技术在特定基因定点敲入 CAR,但涉及双链断裂,可能导致基因组不稳定。

(下转第 2 版)