

科技信息参考

2024
第4期

双月刊
总第104期

中国计量大学图书馆 汇编

科技信息参考

2024 年第 4 期

双月刊

总第 104 期

主办单位：中国计量大学图书馆信息咨询部

电话：0571-86835722

电子邮箱：zixun@cjlu.edu.cn

目录

政策与战略	1
美国能源部发布《聚变能源战略 2024》.....	1
俄罗斯政府公布《2042 年前电力设施布局总体方案》.....	2
欧盟《人工智能法案》正式生效.....	3
美国 NASA 资助地球观测和大型望远镜新技术.....	3
基础科学	5
我国科学家首次在月壤中发现分子水.....	5
我国科学家发现宇宙最高能量伽马谱线.....	6
第七种现身，科学家观测到迄今最重反物质超核.....	7
科学家在半导体量子点系统中实现量子干涉与相干俘获.....	9
“四夸克物质” Zc (3900)：组成世界的“神秘粒子”.....	10
自动化与材料	12
新型高性能聚合物热电材料研发成功.....	12
新型柔性相变纤维控温性能优异.....	13
均质化正极材料让锂电池化身“劲量小子”.....	13
我国科学家研制出离子管理膜.....	14
石墨烯中不同色散类型能带实现选择性调控.....	15
我国科学家开发出面向新型芯片的绝缘材料.....	16
3D 生物打印复合材料完美修复骨组织及软组织.....	18
电子与信息技术	19
我国科学家在量子计算领域首次超越经典计算机的费米子哈伯德模型量子模拟器.....	19
我国科学家发明新型“热发射极”晶体管.....	20
柔性 32 比特微处理器问世.....	21
我国开发出人造蓝宝石介质晶圆 为低功耗芯片提供技术支撑.....	22
运行 256 个量子比特可编程量子模拟器面世.....	23
美国科学家研发出新型薄膜半导体.....	25
生物医药	27
新型柔性相变纤维可用于人体调温.....	27
非天然 α -氨基酸合成有了新策略.....	28
我国科学家开发基因编辑新技术.....	29
为大脑海马区研究搞“基建”.....	30
CRISPR 基因编辑疗法对人类疗效首次证明.....	33
新技术快速实现大脑更深处组织高清成像.....	34

政策与战略

美国能源部发布《聚变能源战略 2024》

作者：刘文浩 李宏 赵梦珂

文章来源：中国科学院科

发布时间：2024-6-7

6月6日，美国能源部（DOE）发布《聚变能源战略 2024》[1]，并与白宫科技政策办公室（OSTP）共同主办纪念拜登政府启动“美国商业聚变能源十年宏伟愿景”两周年活动，发起部门层面的倡议，旨在推动制定一项战略，与私营部门合作，加速商业聚变能源的可行性。

战略围绕三大目标进行组织：缩小科技差距，建立具有商业意义的聚变试验工厂；为可持续、公平的商业核聚变部署铺平道路；建立和利用外部合作伙伴关系。

一、能源部核聚变创新研究引擎合作项目

为支持核聚变能源战略，DOE 宣布了一项总额为 1.8 亿美元的“核聚变创新研究引擎（FIRE）合作项目”资助。FIRE 合作组织旨在通过组建团队，支持进一步创建聚变创新生态系统，这些团队的共同目标是将 DOE 聚变能源科学计划（FES）的基础和赋能科学研究与不断发展的聚变产业需求（包括基于里程碑的聚变发展计划获奖者的技术路线图）联系起来。根据设想，这些合作机构将成为充满活力的创新中心，帮助加强美国的制造业和供应链，与公共和私营实体合作推动聚变能源研究的进步。

FIRE 合作项目的资助机会公告由美国国务院科学办公室的 FES 项目发起，并对经认可的美国高校、国家实验室、非营利组织和私营公司开放，合作项目的年度外资金（远期投资）取决于国会拨款。

二、其他措施

DOE 发布一系列其他公告，以推进美国“大胆的十年愿景”的实施，主要包括：

1、发布题为“架设桥梁”的部门层面的新聚变能源愿景。这些文件密切协调，将指导 DOE 未来在聚变能源研究、开发和示范方面的投资。作为“架设桥梁”愿景的一部分，FES 将制定国家聚变科技路线图，以解决“如何”和“何时”缩小关键科技差距，实现商业上相关的聚变试验工厂。

2、最早的所有八家入选公司都签署了协议，成为基于里程碑的核聚变发展计划的参与者。该计划旨在促进对核聚变商业化的进一步私人投资，并帮助公司解决核聚变能源试验规模示范所面临的关键科学、技术和商业化挑战。

3、就拟议的聚变能源公私财团框架（PPCF）发布了信息征询书（RFI）。PPCF 旨在补充里程碑计划和 FIRE 合作项目，催化并汇集州/地方政府、私人、慈善机构的资金以及新的合作伙伴关系，以加速聚变商业化。例如，PPCF 有可能以满足“大胆的十年愿景”时间表所需的速度和资金，提供和运营中小型研发试验台。

DOE 副部长表示，DOE 将充分利用公共和私营聚变领导力所带来的机遇，包括在国家点火装置（NIF）上进行的人类首次聚变点火演示，以及高温超导体、先进材料和人工智能等技术的重大新进展，加速聚变能的发展。作为一种清洁、安全、丰富的能源，聚变能的开发已成为一场全球竞赛，美国将继续保持领先地位。

俄罗斯政府公布《2042 年前电力设施布局总体方案》

文章来源：中核智库

发布时间：2024-8-27



【俄罗斯塔斯社网站 2024 年 8 月 21 日报道】2024 年 8 月 20 日，俄罗斯政府公布《2042 年前电力设施布局总体方案》（草案），以向各方征求意见。

根据该方案，俄到 2042 年将建设 37 台核电机组，包括大型、中型和小型机组，总装机容量 2800 万千瓦。除了在斯摩棱斯克、列宁格勒、科拉、别洛亚尔斯克、库尔斯克和新沃罗涅日 6 座现有核电厂建设新机组，还将另外建设 11 座新核电厂。

2024 年初，俄核电装机容量为 2954.3 万千瓦，占全国总电力装机容量的 11.9%。这两个数字 2036 年将分别为 3457.6 万千瓦和 12.3%，2042 年分别为 4584.1 万千瓦和 15.9%。

欧盟《人工智能法案》正式生效

作者：丁英华

文章来源：新华社

发布时间：2024-8-1

欧盟《人工智能法案》1日正式生效。该法案是全球首部全面监管人工智能的法规，标志着欧盟在规范人工智能应用方面迈出重要一步。

欧盟内部市场委员蒂埃里·布雷东评价该法案为“一个有效、适度且全球首创的人工智能框架”。

该法案规定，聊天机器人等人工智能系统必须明确告知用户他们在与机器互动，人工智能技术提供商必须确保合成的音频、视频、文本和图像内容能够被检测为人工智能生成的内容。此外，该法案规定，禁止使用被认为对用户基本权利构成明显威胁的人工智能系统。

对有违规行为的企业，欧盟最高将对其处以全球年营业额 7% 的罚款。

欧盟成员国需在 2025 年 8 月 2 日之前指定各自国家市场监督和法案适用的主管部门。欧盟委员会的人工智能办公室将是该法案在欧盟层面实施的关键机构。

据悉，欧盟《人工智能法案》相关规则将分阶段实施，某些规则将在该法律通过 6 个月后或 12 个月后生效，而大部分规则将于 2026 年 8 月 2 日开始生效。

欧盟委员会于 2021 年 4 月提出《人工智能法案》提案的谈判授权草案。去年 12 月，欧洲议会、欧盟成员国和欧盟委员会三方就《人工智能法案》达成协议。

美国 NASA 资助地球观测和大型望远镜新技术

作者：刘文浩

文章来源：中国科学院科技战略咨询研究院

发布时间：2024-5-4

5 月，美国国家航空航天局（NASA）先后资助两项任务，以促进地球观测和大型望远镜新技术的研发。

1、地球观测新技术。5 月 3 日，NASA 科学任务理事会宣布投入 1200 万美元资助“太空引力参考先进技术试验”（GRATTIS）任务[1]，旨在改进监测地球结构

（例如构造板块和海洋）变化的方式。GRATTIS 任务是从“地球科学技术太空验证”（InVEST）计划的 15 份提案中遴选出来的，将展示“简化引力参考传感器”（S-GRS）的端到端功能和灵敏度性能，S-GRS 是一种用于未来地球大地测量任务的超精密惯性传感器。GRATTIS 将发射两颗相同的 S-GRS，并排安装在一颗 160 千克二级有效载荷适配器（ESPA）级商业微型卫星的质心处。这些传感器可以测量来自太空的纳米级重力变化，以监测地球表面和内部的运动。

2、大型望远镜。5 月 31 日，NASA 宣布投入 1750 万美元资助 3 个项目，以帮助开发未来大型太空望远镜的技术，并为 NASA “宜居世界天文台”任务概念做好准备。“宜居世界天文台”任务可能是第一个旨在寻找太阳系外生命的太空望远镜，将直接对太阳等恒星周围的类地行星成像，研究它们的大气层以寻找生命的化学特征，并能够对太阳系和宇宙进行其他研究。这一任务概念目前正处于早期规划阶段，这次资助的 3 个项目旨在帮助推进“宜居世界天文台”最终所需的关键技术。它们分别为：超稳定望远镜研究与分析关键技术，将聚焦高保真建模和子系统示范，以支持未来超越当前最先进技术的“超稳定”光学系统的发展；天体物理学太空望远镜的技术成熟，旨在推进导航设计相互依赖性以及比较潜在任务设计方案所需的集成建模基础设施；架构基线的系统技术，将重点关注支持望远镜功能的成熟技术，如可展开挡板和支撑光学系统的结构，同时减轻系统或环境干扰的影响。

基础科学

我国科学家首次在月壤中发现分子水

作者：齐芳

文章来源：光明日报

发布时间：2024-7-25

记者从中国科学院获悉，我国科学家团队在嫦娥五号带回的月球样本中，发现了一种富含水分子和铵的矿物晶体。这是首次在返回月壤中发现分子水，揭示了水分子和铵在月球上的真实存在形式。这一成果日前在线发表在国际学术期刊《自然·天文学》上。

月球上至今没有发现流动的水，月壤中发现的微量“水”通常以羟基的形式存在。中国科学院物理研究所研究员陈小龙、副研究员金士锋、博士生郝木难等与北京科技大学副教授郭中楠，天津大学工程师殷博昊，中国科学院青海盐湖所研究员马云麒等合作，分析了嫦娥五号带回的月壤样品，通过高精度的单晶衍射和化学分析，研究人员确定了该矿物的分子式为 $\text{NH}_4\text{MgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，是一种水合矿物，其结构中含有多达六个结晶水，水分子在样品中的质量比高达 41%。

据介绍，该矿物的晶体结构与地球上近年来发现的一种稀有火山口矿物相同。在地球上，该类矿物是由热玄武岩与富含水和氨的火山气体相互作用形成，暗示了月球水与火山活动的紧密联系。

为了确保这一发现的准确性，研究人员进行了多种方法检验，证明这一矿物与月球上的矿物相符，并进一步排除了地球污染或火箭尾气是这种水合物来源的可能性。

研究人员基于热力学分析，认为当时月球火山气体中水的含量下限与目前地球中最为干燥的坦桑尼亚伦盖（Lengai）火山相当。陈小龙说：“这对于我们理解月球的演化过程具有重要意义。这些发现揭示了一个复杂的月球火山脱气历史。”

同时，这种水合矿物的发现还为我们揭示了月球上水分子可能存在的一种形式——水合盐。与易挥发的水冰不同，这种水合物在月球高纬度地区（嫦娥五号采样点）非常稳定。这意味着，即使在广阔的月球阳光照射区，也可能存在这种稳定的水合盐。月球表面水合矿物的发现标志着对月球水和铵研究的重大突破，也为未来月球资源的开发和利用提供了新的可能性。

我国科学家发现宇宙最高能量伽马谱线

作者：吴月辉

文章来源：人民日报

发布时间：2024-7-25

近日，中国科学院高能物理研究所牵头的科研团队，通过分析极目空间望远镜和费米卫星的联合观测数据，在伽马暴中发现能量高达 37 兆电子伏的伽马射线谱线，且谱线的能量和光度均以幂律形式演化，这是迄今观测到的宇宙天体产生的能量最高、证据最确凿的谱线。这些发现为破解伽马暴及相对论性喷流产生之谜提供了全新的重要线索，是伽马暴观测研究的里程碑。相关研究成果以封面论文形式 7 月 25 日在《中国科学：物理学 力学 天文学》（英文版）期刊正式发表。

伽马暴是宇宙大爆炸之后最剧烈的爆炸现象，普遍认为由大质量恒星的核心坍缩或两颗极端致密天体（中子星、黑洞等）并合而产生。自上世纪六十年代首次发现，伽马暴的观测研究一直处于前沿领域，特别是近年来随着引力波地发现，伽马暴已成为多波段多信使时域天文研究的焦点。近年来我国发射了一系列空间望远镜开展伽马暴观测研究，包括慧眼卫星、“怀柔一号”极目系列卫星、爱因斯坦探针卫星以及中法天文卫星等等。2022 年 10 月 9 日，全球众多天文望远镜观测到一例迄今最亮的伽马暴（编号 GRB 221009A），其中，我国的慧眼卫星和极目空间望远镜对该伽马暴的瞬时辐射进行了精确测量，发现该伽马暴具有打破纪录的观测亮度和各向同性能量，这些极端性质使其成为名副其实的千年一遇的历史性天文事件。

在本项研究中，中国科学院高能物理研究所“怀柔一号”极目卫星团队联合中国科学院云南天文台、河北师范大学、贵州师范大学等单位的科研人员，利用自主研发的极目空间望远镜(GECAM-C)和国际上的费米卫星伽马射线监测器(Fermi/GBM)的观测数据，对迄今最亮伽马暴开展了详细的能谱分析和谱线搜索工作，特别是利用极目空间望远镜的精确测量数据对费米卫星的数据进行校准和检验，并开展了大量的探测器本底研究和仪器效应分析等工作，成功提取出精准可靠的伽马暴能谱。

经过严谨分析，研究团队发现该伽马暴的能谱中存在一条演化规律的发射线谱线，谱线的能量和光度均随时间以幂律演化，为谱线的真实性以及谱线起源于该伽马暴提供了最坚实的证据。此外，研究团队还发现谱线的相对展宽较窄（仅 10% 左右）且基本不随时间变化。令人更意外的是，在伽马暴主暴阶段谱线能量高达 37 兆电子伏，这是迄今探测到的宇宙天体产生的最高能量的谱线。这些发现对于研究伽马暴及相对论性喷流的物理性质和产生机制具有重要而独特价值，是伽马暴和极端宇宙观测研究的重大突破。

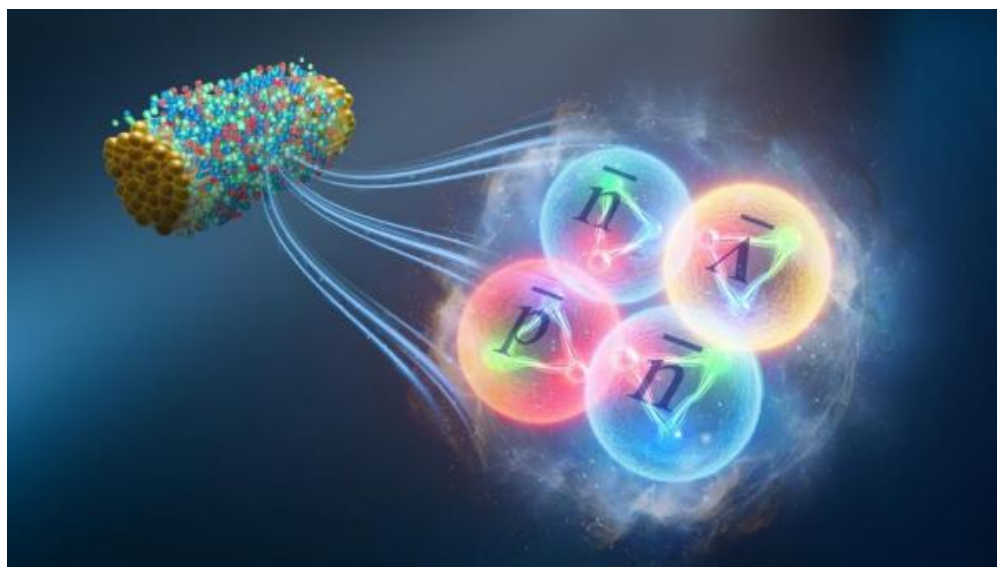
“怀柔一号”极目卫星（英文简称 GECAM）是中国科学院“空间科学”（二期）战略性先导科技专项支持的我国首个机遇型空间科学项目，于 2020 年 12 月 10 日发射运行。参与本次发现的极目空间望远镜（编号 GECAM-C）是极目系列卫星的第三个载荷，于 2022 年 7 月 27 日搭载中国科学院微小卫星创新研究院牵头研制的空间新技术试验卫星发射入轨。极目系列卫星已发现一大批伽马暴、磁星爆发、快速射电暴的高能对应体、太阳耀斑以及地球伽马闪等高能爆发现象。极目系列卫星采用了一系列创新的探测技术，并开创性地使用北斗卫星导航系统的短报文服务实现星地准实时通讯，革新了空间望远镜的使用方式，极大地提升了科学成果产出。

第七种现身，科学家观测到迄今最重反物质超核

作者：许琦敏

文章来源：文汇报

发布时间：2024-8-21



重离子碰撞产生反物质超氢-4

近日，中国科学院近代物理研究所等机构的科研人员参与 RHIC-STAR 国际合作实验研究，首次在相对论重离子金金碰撞中观测到一种新的反物质超核——反超氢-4，这是迄今实验上发现的最重的反物质超核。相关成果于 8 月 21 日发表在《自然》杂志上。

当前的物理学知识认为物质和反物质的性质是对称的,在宇宙诞生之初应该存在等量的正物质和反物质。幸运的是,某种神秘的物理机制导致了早期宇宙中正反物质数量极小的不对称,在绝大部分正反物质湮灭后,约百亿分之一的正物质得以存活下来,构成了今天的物质世界,并成为人类文明诞生和存在的基础。

是什么原因造成了宇宙中正反物质数量的差别?要回答这个悬而未决的问题,一个重要的思路是在实验室中制造新的反物质并研究它们的性质。

反物质非常罕见,而由若干反重子进一步组合形成的反物质原子核和反物质超核(即包含 Lambda 等超子的原子核),则更加难以产生。自 1928 年狄拉克方程的“负能量解”预示反物质的存在以来,近一个世纪,科学家仅发现了 6 种反物质(超)核。

此次发现的反超氢-4 是在相对论重离子碰撞实验中产生的。

位于美国布鲁克海文国家实验室的相对论重离子对撞机(RHIC),能将重离子束加速至接近光速并使其对撞,在实验室中模拟宇宙早期大爆炸的状态。这种对撞能产生几万亿度的高温火球,包含几乎等量的正物质与反物质。火球迅速膨胀、冷却,使得一部分反物质有机会逃离与正物质湮灭的命运,被环绕对撞点的 STAR 实验探测器观测到。

反超氢-4 由一个反质子、两个反中子和一个反 Lambda 超子组成。由于包含不稳定的反 Lambda 超子,反超氢-4 飞行仅仅几个厘米后就会发生衰变。研究团队分析了共约 66 亿个重离子碰撞事件的实验数据,通过衰变产生的反氢-4 和 π^+ 介子反向重建反超氢-4,最终获得了约 16 个反超氢-4 的信号。

研究团队还测量了反超氢-4 的寿命,并与其对应的正粒子超氢-4 比较,在测量精度范围内两者寿命没有明显差异,再次验证了正反物质性质的对称性。

反超氢-4 是目前科学家观测到的最重的反物质超核。它的发现和性质研究,使人们在反物质及正反物质对称性的探索方面又迈出了重要一步。

STAR 是 RHIC 上的大型国际实验合作组,由来自 14 个国家、74 个单位的 700 多位研究人员组成。该工作由中国科学院近代物理研究所仇浩研究员团队主导完成,博士生吴俊霖、路坦在物理分析中做出了突出贡献。中国科学技术大学团队在衰变粒子重建技术及效率计算方面做出了重要贡献。

该工作得到了中国科学院战略性先导科技专项、国家自然科学基金、中国科学院稳定支持基础研究青年团队等项目的支持。

科学家在半导体量子点系统中实现量子干涉与相干俘获

作者：王敏

文章来源：中国科学报

发布时间：2024-8-22

中国科学院院士、中国科学技术大学教授郭光灿团队在半导体量子点的量子态调控研究中取得重要进展。该团队教授郭国平、李海欧与中国科学院物理研究所研究员张建军等合作，在锗硅双量子点系统中实现了量子干涉和相干俘获（CPT），对基于半导体量子点系统的量子模拟和量子计算具有重要的指导意义。近日，相关研究成果在线发表于《纳米快报》。

量子干涉是量子力学中波粒二象性的自然表现形式，通常出现在原子尺度上。量子干涉的一个重要现象是 CPT。该现象由不同跃迁路径之间干涉相消引起，最早在光学系统的三能级原子中被观察到。在这样的三能级系统中，两个状态与第三个中间状态耦合，当驱动场的频率和相位被精确调谐时，这两个状态就会形成与中间态解耦的叠加态，这样的叠加态被称为“暗态”。因为处于该状态的系统不会对探测场产生响应，导致出现电磁感应透明等有趣现象。这个现象已经被广泛研究并在光学、超导电路和量子网络等领域得到应用。通过绝热调节暗态的控制参数，可以进一步实现快速状态初始化和受激拉曼绝热通道过程（STIRAP），这在量子信息处理中具有重要意义。

在这项研究中，研究人员展示了如何在半导体双量子点系统中实现 CPT。与传统的三能级原子系统不同，在双量子点系统中无需外部驱动场即可实现内在的 CPT 过程。通过测量泡利自旋阻塞状态下的漏电流，研究人员在无磁场条件下观察到了显著的电流抑制现象，表明了暗态的形成和 CPT 的发生。研究人员进一步通过纵向驱动双量子点系统，展示了选择性创建暗态及其相关 CPT 过程的调控能力。

该研究还深入探讨了纵向驱动场引发的奇偶效应。研究人员观察到，当系统的驱动频率满足一定条件时，就会出现奇数和偶数阶谐波对应的电流增强或抑制现象。这种效应为理解和应用 CPT 提供了新视角。此外，研究表明，通过调节纵向驱动场，CPT 的信号强度和宽度可以得到有效调控，这为基于 CPT 的量子门操作提供了一种新的途径。

该研究工作表明，半导体量子点系统不仅是理解量子干涉现象的理想平台，也是实现高精度量子信息处理的有力工具。研究工作清晰展示了纵向驱动双量子点系

统的潜在可调性，开辟了基于 STIRAP 的量子门操作的新途径，未来有望在基于半导体量子点的量子计算和量子模拟技术的实际应用中发挥重要作用。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.4c01781>

“四夸克物质” $Z_c(3900)$ ：组成世界的“神秘粒子”

作者：齐芳

文章来源：光明日报

发布时间：2024-8-31

物质世界究竟是由什么组成的？它们按什么规律“组装”出了物质世界？这是人类从有了智慧开始，就在探寻的问题。

分子、原子、电子、质子、中子、夸克……对基本粒子的研究是近代科学发展的一条主线。然而，其中几乎没有来自中国的贡献。

重大突破，发生在 2013 年。这一年的 3 月 26 日，北京谱仪（BESIII）实验国际合作组正式宣布，发现首个“四夸克物质” $Z_c(3900)$ 。

成果的第一完成人、中国科学院高能物理研究所研究员苑长征介绍， $Z_c(3900)$ 粒子的寿命很短，会在 10^{-23} 秒内衰变为一个带电 π 粒子和一个 J/ψ 粒子，这一性质与普通介子态完全不同。“一般来说，这一能区的粒子含有粲夸克和反粲夸克，称为粲偶素粒子，都是中性的，不带电荷。但 $Z_c(3900)$ 粒子不仅含有粲夸克和反粲夸克，还带有和电子相同或相反的电荷。这就提示， $Z_c(3900)$ 粒子至少含有 4 个夸克，是我们长期以来一直在寻找的一种新粒子。”

国际学术期刊《自然》认为：“找到一个四夸克构成的粒子将意味着宇宙中存在奇特态物质”。《物理评论快报》评论：“如果四夸克解释得到确认，粒子家族中就要加入新的成员。”

如今，这项成果荣获 2023 年度国家自然科学奖二等奖。

中国科学院高能物理研究所所长、中国科学院院士王贻芳说：“这一成果是在北京正负电子对撞机及运行于其上的北京谱仪上取得的。正负电子束流在储存环中被不断加速，然后在对撞点对撞，安装在对撞点上的北京谱仪就像一个极其精密的摄像机，观测并记录下正负电子对撞后在纳秒时间尺度内发生的全部过程，包括各种次级粒子的能量、动量、飞行时间、空间位置等参数，供我们重建整个反应过程以开展相关研究。”

建成于 1988 年的北京正负电子对撞机，是我国第一个高能加速器。2008 年，经过一系列改造升级，北京正负电子对撞机 II（BEPCII）和北京谱仪 III（BESIII）拥有了更优异的性能。中国科学院高能物理研究所研究员沈肖雁说：“现在 1 天内获得的数据约为过去的 100 倍，在国际上陶-粲能区的同类装置中处于领先地位。”

“正是因为有这样的大国重器，我们才能率先取得突破。”中国科学院高能物理研究所研究员李海波说，“随后，BESIII 合作组又取得了一系列成果，包括发现了 $Z_c(3900)$ 新的衰变模式、发现了它的高质量伴随态 $Z_c(4020)$ 和含奇异夸克的四夸克态 $Z_{cs}(3985)$ 等。我们密切结合实验分析与理论研究，将逐步揭示这些奇特态粒子的性质。”

发现 $Z_c(3900)$ 和由此引发的理论和实验研究还在继续。今年 5 月，BESIII 合作组首次测得 $X(2370)$ 粒子的自旋和宇称量子数，发现其质量、产生和衰变性质都与科学界长久以来寻找的赝标量胶球特性一致。王贻芳说：“我们相信，中国将对世界高能物理研究作出更大贡献！”

自动化与材料

新型高性能聚合物热电材料研发成功

作者：陆成宽

文章来源：科技日报

发布时间：2024-7-26

记者 7 月 25 日从中国科学院化学研究所获悉，该所科研人员与其他科学家合作，研发出新型高性能聚合物热电材料——PMHJ 薄膜。相对于普通聚合物薄膜，PMHJ 薄膜有望大幅提升材料的热电性能，为高性能塑料基热电材料研究提供全新思路。相关成果在线发表于《自然》杂志。

碳元素可以与氢、氧、氮、磷、硫等元素形成化学键，从而构建出各种有机分子，这些分子单体可以通过周期性键合形成高分子量的聚合物。目前，人工合成的聚合物，尤其是塑料，已经成为人们日常生活和高科技领域不可缺少的材料。

导电聚合物不但具有和传统塑料类似的柔性、易加工性和低成本等特点，还可以通过分子设计和化学掺杂携带电荷，从而表现出导电性。更为神奇的是，很多导电聚合物可以作为热电材料。也就是说，当聚合物薄膜两端的温度出现高低差时，材料两端就会产生电动势，即塞贝克效应；而当在材料两端构建导电回路并施加电压时，导电塑料薄膜的两端也会产生温度差。

高性能热电材料应具备高塞贝克系数、高电导率和低热导率，而理想的模型就是“声子玻璃-电子晶体”模型。“具体来说，材料需要像玻璃一样阻挡热量（声子）传导，但又像晶体一样允许电荷自由移动，也就是让声子寸步难行，而让电荷畅通无阻。”科研人员解释，科学界普遍认为，聚合物具有声子玻璃特征，从而具有本征低热导率。而实际上，很多高电导聚合物薄膜具有有序分子排列的结晶区，和理想的“声子玻璃”有很大差异，直接制约了聚合物热电性能的提高。

科研人员此次利用两种不同的聚合物，研发出具有不同结构特征的 PMHJ 薄膜。该薄膜不但可以保证有效的电荷传输，还可以高效散射声子与类声子传播。

业内专家认为，这项研究打破了现有高性能聚合物热电材料不依赖热输运调控的认知局限，为塑料基热电材料领域的持续发展提供了新路径。

新型柔性相变纤维控温性能优异

作者：张蕴 刘汉卿

文章来源：科技日报

发布时间：2024-8-29

记者 8 月 25 日从中国科学院大连化学物理研究所(以下简称“大连化物所”)获悉,该所科研人员开发出一种具有固-固相变特性的本征柔性相变纤维,为新一代智能调温纤维材料的研究与发展提供了新方向。相关研究论文发表于《德国应用化学》。

相变纤维是一种纤维型相变材料,能在近似恒定的温度下吸收或释放大量热能,展现出不同环境下对人体温度进行调控的应用潜力。然而,目前的研究大多集中于开发基于固-液相变材料的复合相变纤维,这类材料在实际应用中存在储能密度低、耐久性差、易泄漏、柔韧性不佳等问题。

大连化物所的科研人员在前期柔性相变储能材料的研究基础上,通过进一步调控化学交联过程并结合湿法纺丝工艺,制备出具有固-固相变特性的本征高柔性聚合物基相变纤维。该纤维展现出较高的能量存储密度和可调节的相变性能,且经历 2000 次冷热循环后相变焓值几乎未发生变化,性能十分稳定。

此外,团队在制备过程中可原位染色制备出颜色各异的相变纤维,也可与棉线等其他纤维混合纺织,表现出该纤维优异的相容性和可加工性。实际人体热管理实验结果也表明,该纤维具有优异温度控制性能。

均质化正极材料让锂电池化身“劲量小子”

作者：宋迎迎

文章来源：科技日报

发布时间：2024-8-6

记者 8 月 2 日获悉,中国科学院青岛生物能源与过程研究所(以下简称“青岛能源所”)研究员崔光磊团队开发出一种均质化正极材料——锂钛锆磷硫硒。这种全新的电极材料兼具电导率高、放电比容量高、使用寿命长等优势,可显著提升电

池性能，为新能源汽车、储能电网、深海、深空等装备提供安全、耐久、可靠的动力源。相关研究成果近日发表于国际学术期刊《自然·能源》。

崔光磊介绍，新材料的离子电导率、电子电导率比传统电池材料（层状氧化物正极材料）高出 1000 倍以上。这意味着即便不依赖导电助剂，电池正极也能顺畅地完成充放电过程。

该材料的放电比容量达到每克 250 毫安时，超过了目前使用的高镍正极材料。在相同的重量或体积下，使用新材料的电池相较于传统电池能够存储更多的电能，在单次充电的情况下可持续运行更长时间。并且，使用这种材料后可使电池体积显著减小，有助于设计更紧凑的致密储能设备。

值得一提的是，在充放电过程中，新材料的体积变化仅为 1.2%，远低于传统正极材料。较小的体积变化有助于维持电池结构的稳定性，从而延长电池使用寿命。

研究团队发现，使用这种新材料的全固态锂电池，能量密度达到每千克 390 瓦时，是目前市场上最先进锂离子电池的 1.3 倍。

“使用该材料的全固态锂电池可以实现大于 10000 圈的超长循环，电池在经过 5000 次充放电循环后，仍可保持 80% 的初始容量，使用寿命更长，能够提供更充足的电量。”崔光磊说，新材料对开发高能量密度、长使用寿命的储能设备具有重要意义，为全固态锂电池的商业化应用奠定了基础。

我国科学家研制出离子管理膜

作者：王冰雅 尚杰

文章来源：科技日报

发布时间：2024-8-6

记者 5 日从中国科学院近代物理研究所获悉，该所科研人员和先进能源科学与技术广东省实验室相关团队合作，利用离子径迹技术研制出一种面向无枝晶锂金属阳极的离子管理膜，为多功能电池隔膜的设计和研制，以及解决高性能锂金属电池的安全性问题提供了新的思路。相关成果日前发表在《先进能源材料》上。

在众多锂电池阳极材料中，锂金属阳极因其具有最高的理论比容量和低电化学电位而受到持续关注。然而，在长期循环过程中，锂金属阳极锂枝晶生长以及锂金属与电解液的副反应，会造成电池性能下降并带来严重的安全问题，阻碍了它进一步的商业化应用。

近年来，科研人员一直在努力寻求解决锂枝晶生长问题。研究发现，均匀的锂离子分布可实现锂金属阳极表面锂均匀沉积并抑制锂枝晶生长。中国科学院近代物理研究所科研人员基于兰州重离子研究装置（HIRFL），利用离子径迹技术和表面化学修饰工艺研制出一种可有效“管理”离子分布和传输特性的电池隔膜——离子管理膜。该离子管理膜具有垂直排列、直径均一、荷负电性的纳米通道，可作为离子分配器和“锂离子导向器”，减小锂离子浓度波动并实现锂离子选择性传输。

该离子管理膜凭借独特的结构和化学特性，具有较高的离子电导率和优异的锂离子转移数，同时将锂金属阳极表面锂离子浓度波动降至最低，使用该隔膜表现出优异的抑制锂枝晶的性能。锂/锂电池应用该隔膜后，在 1 毫安每平方厘米条件下，可稳定循环 1200 小时，超过传统商业隔膜 2 倍多；对于锂/磷酸铁锂电池，该工艺可使比容量达到 146 毫安时每克，并在 1000 次循环后保持 79.84% 的容量，显著高于传统多孔隔膜，即现有商业隔膜的水平。

石墨烯中不同色散类型能带实现选择性调控

作者： 吴长锋

文章来源： 科技日报

发布时间： 2024-8-9

中国科学技术大学获悉，该校物理系中国科学院强耦合量子材料物理重点实验室曾长淦教授等与国内外同行合作，利用精心设计的人工笼目超晶格势场，成功实现了石墨烯中不同色散类型能带的选择性调控。相关研究结果于 6 日发表在美国《物理评论快报》上，文章入选编辑推荐，并被美国物理学会旗下在线新闻网站“物理”选为精选报道。

能带结构是决定固体材料电子特性的基础，如何实现能带结构的按需设计与调控，一直是凝聚态领域不懈追求的目标。二维材料具有灵活的栅压可调性以及易于构筑异质结的属性。利用微纳加工方式对二维材料施加周期型栅压，可以构筑人工电子超晶格，从而实现类似于摩尔势场的能带调控作用。而且，相较于摩尔超晶格，人工电子超晶格的晶格图案、对称性以及势场强度均具有更灵活的可调性，这为实现新型能带调控及物态设计提供了一个新的、更具可控性的研究平台。

此次，研究人员精心设计了一种具有笼目晶格形式的人工电子超晶格。实验及理论研究表明，在人工笼目势场作用下，石墨烯能带中出现了线性色散能带和无色散平带等不同类型的能带分量。平带分量的电子态局域在超晶格格点处，而线性色

散能带分量的电子态更加弥散，因此平带分量更容易被人工超晶格结构中的局域栅压调控。当增强人工势场强度时，平带分量的移动速度明显高于线性色散能带分量，从而导致了实验上观测到的本征狄拉克能带的抑制以及卫星狄拉克能带的增强。另一方面，在垂直磁场的作用下，由于磁场势与超晶格势的竞争，本征狄拉克能带重新占据主导作用。

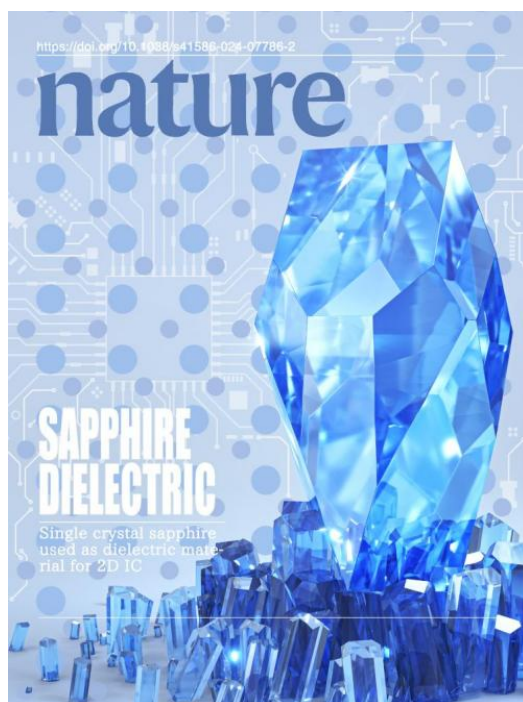
研究人员表示，该研究成果提供了一种全新的原位能带调控手段，并深入理解了人工超晶格势场作用下能带演化的动力学过程。新闻网站“物理”精选报道中，评价该工作“为能带结构的按需设计奠定了基础”。

我国科学家开发出面向新型芯片的绝缘材料

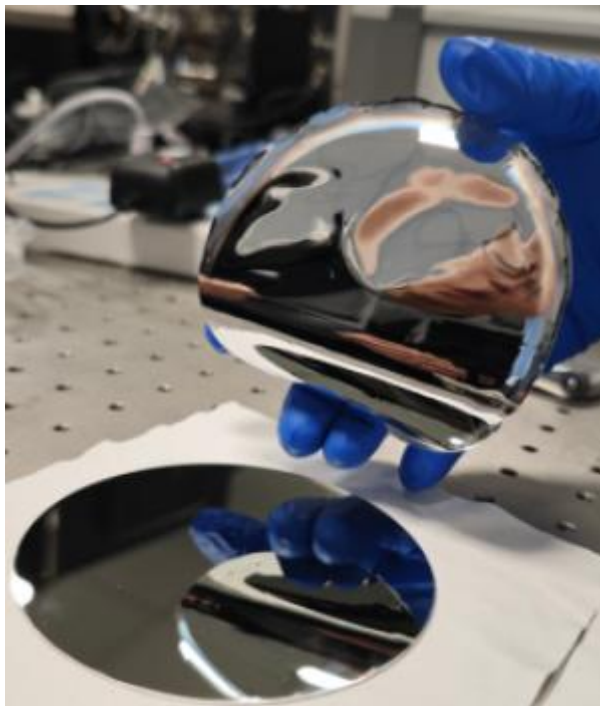
作者：董雪 张建松

文章来源：新华社

发布时间：2024-8-8



中国科学院上海微系统与信息技术研究所成果登上《自然》。



氧化铝薄膜晶圆

作为组成芯片的基本元件，晶体管的尺寸随着芯片缩小不断接近物理极限，其中发挥着绝缘作用的栅介质材料十分关键。中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员狄增峰团队开发出面向二维集成电路的单晶氧化铝栅介质材料——人造蓝宝石，这种材料具有卓越的绝缘性能，即使在厚度仅为 1 纳米时，也能有效阻止电流泄漏。相关成果 8 月 7 日发表于国际学术期刊《自然》。

“二维集成电路是一种新型芯片，用厚度仅为 1 个或几个原子层的二维半导体材料构建，有望突破传统芯片的物理极限。但由于缺少与之匹配的高质量栅介质材料，其实际性能与理论相比尚存较大差异。”中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员狄增峰说。

狄增峰表示，传统的栅介质材料在厚度减小到纳米级别时，绝缘性能会下降，进而导致电流泄漏，增加芯片的能耗和发热量。为应对该难题，团队创新开发出原位插层氧化技术。

“原位插层氧化技术的核心在于精准控制氧原子一层一层有序嵌入金属元素的晶格中。”中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员田子傲说，“传统氧化铝材料通常呈无序结构，这会导致其在极薄层面上的绝缘性能大幅下降。”

具体来看，团队首先以锆基石墨烯晶圆作为预沉积衬底生长单晶金属铝，利用石墨烯与单晶金属铝之间较弱的范德华作用力，实现 4 英寸单晶金属铝晶圆无损剥离，剥离后单晶金属铝表面呈现无缺陷的原子级平整。随后，在极低的氧气氛围下，

氧原子逐层嵌入单晶金属铝表面的晶格中，最终得到稳定、化学计量比准确、原子级厚度均匀的氧化铝薄膜晶圆。

狄增峰介绍，团队成功以单晶氧化铝为栅介质材料制备出低功耗的晶体管阵列，晶体管阵列具有良好的性能一致性。晶体管的击穿场强、栅漏电流、界面态密度等指标均满足国际器件与系统路线图对未来低功耗芯片的要求，有望启发业界发展新一代栅介质材料。

3D 生物打印复合材料完美修复骨组织及软组织

作者： 吴长锋

文章来源： 科技日报

发布时间： 2024-8-27

记者 8 月 26 日从中国科学院合肥物质科学研究院了解到，该院强磁场中心王俊峰研究员团队开发出新型 3D 生物打印复合材料，用于组织工程修复领域，并取得了系列研究进展。相关成果日前发表在国际期刊《材料与设计》和《国际生物大分子杂志》上。

生物硼基玻璃（BBG）是一种生物活性材料，在骨组织修复和再生医学中已有广泛应用，在 3D 生物打印材料中的应用展现出巨大潜力。在骨组织修复中，研究团队利用 BBG 的独特理化特性，结合生物支架体单元设计了含有不同 BBG 含量的定制复合材料，并通过选择性激光烧结技术 3D 打印出高质量的骨缺损修复支架。实验结果表明，BBG 的加入显著改善了支架的综合性能，包括适宜的孔隙率、机械强度、亲水性、体外降解速率、细胞相容性、成骨分化能力及体内成骨和血管生成的生物学性能。

在软组织修复中，基于对 BBG 的特殊内外生物矿化特性的深入研究，团队将 BBG 颗粒引入海藻酸钠中，构建了高精度 3D 打印的 BBG-SA 生物墨水。研究表明，BBG 与海藻酸钠结合后，能够有效诱导降解并释放钙离子，启动海藻酸钠的内部凝胶化过程。同时，作为填料，BBG 还解决了进行外部交联时造成的凝胶化不均匀和显著收缩问题。通过挤出式 3D 打印技术，团队设计了含有不同 BBG 含量的 3D 打印水凝胶复合支架，其表现出最佳的可打印性、打印精度和成型收缩，展示了在组织工程 3D 生物打印中的应用潜力。

研究还表明，这些新型生物墨水还展现出优异的生物相容性，增强了 MC3T3-E1 细胞在支架表面的黏附和增殖，并促进了软组织相关基因和蛋白质的表达。

电子与信息技术

我国科学家在量子计算领域首次超越经典计算机的 费米子哈伯德模型量子模拟器

作者：丁一鸣 常河

文章来源：光明日报

发布时间：2024-7-11

日前，中国科学技术大学潘建伟、陈宇翱、姚星灿、邓友金等人成功构建了求解费米子哈伯德模型的超冷原子量子模拟器，以超越经典计算机的模拟能力首次验证了该体系中的反铁磁相变，向获得费米子哈伯德模型的低温相图、理解量子磁性在高温超导机理中的作用迈出了重要的第一步。相关研究成果于 7 月 10 日在线发表在国际学术期刊《自然》上。

由于其科学价值和潜在的巨大经济效益，以高温超导为代表的强关联量子材料将极大地推动未来科技的发展。然而，这些新型量子材料背后的物理机制尚不明确，难以实现有效可控的规模化制备和应用。费米子哈伯德模型是晶格中电子运动规律的最简化模型，被认为是可能描述高温超导材料的代表性模型之一，但其研究一直面临着巨大挑战：一方面，该模型在二维和三维下没有严格解析解；另一方面，计算复杂度非常高，即使是超级计算机也无法进行有效的数值模拟。

量子计算为求解若干经典计算机难以胜任的计算难题提供了全新的方案。国际学术界为量子计算的发展设定了三个阶段：一是对特定问题的计算能力超越经典超级计算机，实现“量子计算优越性”。随着美国谷歌公司“悬铃木”以及中国科大“九章”系列、“祖冲之号”系列量子计算原型机的实现，这一阶段目标已达到；二是实现专用量子模拟机以求解诸如费米子哈伯德模型这一类重要科学问题，这是当前的主要研究目标；三是在量子纠错的辅助下实现通用容错量子计算机。值得指出的是，理论研究表明，即使采用通用量子计算机也难以准确求解费米子哈伯德模型。因此，构建可以求解该模型的量子模拟机，不仅是理解高温超导机理的有效途径，也是量子计算研究的重大突破。

对于整个设想中的费米子哈伯德模型低温相图，理论上仅能够明确无掺杂（即每个格点填充一个电子，又称“半满”）条件下系统的低温状态是反铁磁态。然而由于系统的复杂性，不仅反铁磁态从未得以实验验证，而且掺杂条件下的系统状态已经无法通过经典超级计算机进行准确数值模拟。因此，构建量子模拟器验证包括

掺杂条件下的反铁磁相变，是实现能够求解费米子哈伯德模型的专用量子模拟机的第一步，也是获得该模型低温相图的重要基础。

光晶格中的超冷原子具有系统纯净，原子间相互作用强度、隧穿速率及掺杂浓度可精确调控等诸多优势，是最有希望构建专用量子模拟机以求解费米子哈伯德模型的体系之一。为了验证反铁磁相变，超冷原子量子模拟器必须满足两个关键条件：首先，需要建立空间强度分布均匀的光晶格系统，确保费米子哈伯德模型的参数在大尺度上保持一致；其次，系统温度必须显著低于奈尔温度（即反铁磁相变温度），这样反铁磁相变才可能出现。

研究团队克服以往实验中光晶格强度的非均匀性和费米原子制冷存在的困难，通过精确调控相互作用强度、温度和掺杂浓度，直接观察到了反铁磁相变的确凿证据——自旋结构因子在相变点附近呈现幂律的临界发散现象，从而首次验证了费米子哈伯德模型包括掺杂条件下的反铁磁相变。

该工作推进了对费米子哈伯德模型的理解，为进一步求解该模型、获取其低温相图奠定了基础，也首次展现了量子模拟在解决经典计算机无法胜任的重要科学问题上的巨大优势。《自然》杂志审稿人对该工作给予了高度评价，称该工作“有望成为现代科技的里程碑和重大突破”“标志着该领域向前迈出了重要的一步”“是实验的杰作，是期待已久的成就”。

我国科学家发明新型“热发射极”晶体管

作者：王莹

文章来源：新华社

发布时间：2024-08-15

近日，由中国科学院金属研究所刘驰、孙东明研究员和成会明院士主导，与任文才团队和北京大学张立宁团队合作使用石墨烯等低维材料，构建了一种既可以降低功耗、又具有“负电阻”等功能的热发射极晶体管，有望用于设计集成度更高、功能更丰富的集成电路。相关成果以“一种基于载流子可控受激发射的热发射极晶体管”为题，8月15日发表于《自然》期刊上。

近年来，随着晶体管尺寸不断缩小，其进一步发展在速度和功耗等方面面临着众多挑战，寻找具有新工作原理的晶体管已经成为制备高性能集成电路的关键。正如水龙头可以控制水管中的水流，晶体管可以控制电路中由电子或空穴等“载流子”

形成的电流。一般情况下，载流子与周围环境处于热平衡状态，即“稳态”；然而通过给载流子加速等办法，可以使其能量升高，变为“热载流子”，使用这种高能载流子可以提升晶体管的工作速度和功能，有望突破其发展所面临的限制。然而，采用现有方法生成的热载流子浓度和电流密度不足，未能展示出热载流子晶体管的真正性能。

石墨烯等低维材料具有原子级厚度、优异的电学和光电性能，且无表面悬键，易与不同材料形成异质结从而产生丰富的能带组合。基于此，科研人员提出了使用石墨烯等低维材料、通过可控调制热载流子以提高电流密度的研究思路，发明了一种“受激发射”新型热载流子生成机制，并构建了热发射极晶体管。该晶体管采用了两个由石墨烯和锗形成的“肖特基结”，在器件工作时，锗向石墨烯基极注入了高能载流子，它们随后扩散到石墨烯发射极并激发其中已被电场预加热的载流子，一起形成了突增的电流变化和负微分电阻。

据了解，这项工作开辟了原创性的晶体管研究领域，为热载流子晶体管家族引入了新成员，展现了热载流子晶体管作为低功耗、多功能器件在未来高性能集成电路领域的广阔应用前景。

柔性 32 比特微处理器问世

作者：张梦然

文章来源：科技日报

发布时间：2024-7-22

据英国《自然》杂志 21 日发表的一项电子学最新进展，英国一个科研团队报告称，他们结合金属氧化物薄膜晶体管和柔性聚酰亚胺，制成了一种柔性 32 比特微处理器，这一设备的问世推动了低成本、全柔性智能集成系统的发展。

从笔记本电脑到汽车，再到各种智能设备，微处理器都是所有电子设备的核心组件。在近 50 年前，英特尔创造了世界上第一个商业化的微处理器：一种 4 位 CPU（中央处理器），具有 2300 个晶体管，只能进行简单的算术运算。目前最先进的硅 64 位微处理器拥有 300 亿个晶体管，使用 7 纳米工艺技术制造。时至今日，微处理器已经深深地嵌入我们的文化中，以至于它已成为一项“元发明”，也就是说，它是一种允许实现其他发明的工具。

不过，计算设备虽被传统硅技术主导，但硅处理器的成本以及柔性不佳，限制了其在日常智能应用制造上的可行性，如食品包装和服装等。柔性电子产品能解决这些问题，但生产柔性微处理器，还要有足够多晶体管进行有意义的计算，这一直都是个巨大难题。

在位于英国剑桥的芯片设计公司安谋（Arm Ltd），研究人员艾姆里·奥泽、约翰·比基思及他们的同事，此次结合了金属氧化物薄膜晶体管和柔性聚酰亚胺（一种高性能塑料），制成了完全柔性的 32 比特微处理器，被称为“PlasticARM”。

该处理器被集成在一个可从内部存储器运行的电路内，当前版本在装配之后不能更新，不过研究团队认为，未来迭代能实现可编程的存储器。

研究人员表示，“PlasticARM”处理器拥有更多晶体管，比此前金属氧化物薄膜晶体管构成的最佳柔性集成电路多 12 倍的逻辑门，这一纤薄、低成本的柔性微处理器或可为日用品的智能化开拓道路。

我国开发出人造蓝宝石介质晶圆 为低功耗芯片提供 技术支撑

作者：黄晓慧 狄增峰

文章来源：人民日报

发布时间：2024-8-8

8 月 7 日，国际学术期刊《自然》发表了中国科学院上海微系统与信息技术研究所（下称“上海微系统所”）狄增峰研究员团队有关集成电路晶圆研究成果。该团队成功研制出一种人造蓝宝石作为绝缘介质的晶圆，为开发低功耗芯片提供了重要的技术支撑。

随着电子设备不断小型化和性能要求的提升，芯片中的晶体管数量持续增加，尺寸日益缩小，同时也带来了新的技术挑战，尤其是在介质材料方面。电子芯片中的介质材料主要起到绝缘的作用，但当传统的介质材料厚度减小到纳米级别时，其绝缘性能会显著下降，导致电流泄漏。这不仅增加了芯片的能耗，还导致发热量上升，影响了设备的稳定性和使用寿命。为了解决这一难题，该科研团队开发了一种创新的金属插层氧化技术。

中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员狄增峰介绍，以前的介质材料主要是用非晶的材料来做，我们这次发明了晶体的介质材料，通过插层氧化技术对

单晶铝进行氧化，实现了单晶氧化铝作为介质材料，在 1 纳米下能够实现非常低的泄漏电流。

“与非晶材料相比，单晶氧化铝栅介质材料在结构和电子性能上具有明显优势，是基于二维半导体材料晶体管的理想介质材料。其态密度降低了两个数量级，相较于传统界面有了显著改善。”中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员田子傲说，蓝宝石的化学成分就是氧化铝，它虽然是人工合成的，但是晶体结构、介电特性、绝缘特性都和生活中的宝石的性能是一样的。最典型的一个集成电路器件结构，下面是锗的半导体材料，中间是介质，上面是金属，中间薄薄的一层大概只有 2 个纳米，它就是我们人工合成的蓝宝石，非常光滑的界面也有助于限制漏电流的产生。

据介绍，这一材料已成功应用于半导体芯片制程中，结合二维材料，制备出低功耗芯片器件。通过采用这种新型材料，芯片的功耗显著降低，续航能力和运行效率得到了大幅提升，不仅对智能手机的电池续航具有重要意义，还为人工智能、物联网等领域的低功耗芯片发展提供了有力支持。

运行 256 个量子比特可编程量子模拟器面世

作者：刘霞

文章来源：科技日报

发布时间：2024-7-10

美国哈佛大学—麻省理工学院超冷原子中心领导的国际物理学家团队在最新一期《自然》杂志刊文称，他们开发出了一种特殊类型的量子计算机：可编程量子模拟器，其能运行 256 个量子比特。该系统的问世标志着科学家朝构建大规模量子机器迈出重要一步，可用于阐明一系列复杂的量子过程，并最终帮助科学家在材料科学、通信技术等多领域实现重大突破。

该研究主要作者塞弗·阿巴迪说，该系统空前的规模和可编程性使其脱颖而出。在适当情况下，增加量子比特的数量意味着系统可存储和处理更多信息。量子比特是量子计算机运行的基本模块。资深作者之一、哈佛量子计划联席主任米哈伊尔·卢金则表示：“我们的最新研究将量子计算机带入一个迄今无人涉足的新领域，我们正迈入量子世界的全新领域。”

新量子模拟器的关键组件是一种称为空间光调制器的设备，它用于形成光波以产生数百个单独聚焦的光镊光束。此外，研究人员还使用一套移动的光镊将原子拖到他们想要的位置，消除了原子放入光镊时的随机性。激光则使他们能完全控制原子量子比特的方位及其相干量子操作。

研究人员解释称，他们的新系统使原子能被组装成二维光镊阵列，将系统可运行的量子比特的数量从 51 个增加到 256 个。而且，他们可将原子排列成无缺陷的图案，并创建出可编程的形状：正方形、三角形晶格等，以设计不同量子比特之间的相互作用。

研究人员表示，他们已经借助这个模拟器观察到了一些以前从未在实验室看到的奇异量子态，并进行了精确的量子相变研究，为磁性在量子水平上如何起作用提供了教科书范例。这些实验能帮助科学家更好地理解材料特性，从而设计出拥有奇异特性的新材料。他们目前正致力于通过改进激光对量子比特的控制并使系统更具可编程性来优化新系统，同时也在积极探索该系统的新应用，希望借此解决更多实际问题。



研究人员正观察激光，他们能借助激光控制并纠缠原子。图片来源：物理学家

组织网

美国科学家研发出新型薄膜半导体

文章来源：IT 之家

发布时间：2024-7-22

7 月 20 日消息,来自美国麻省理工学院、加拿大渥太华大学等机构的科学家,利用一种名为三元碲铋矿 (ternary tetradymite) 的晶体材料研制出一种新型超薄晶体薄膜半导体。

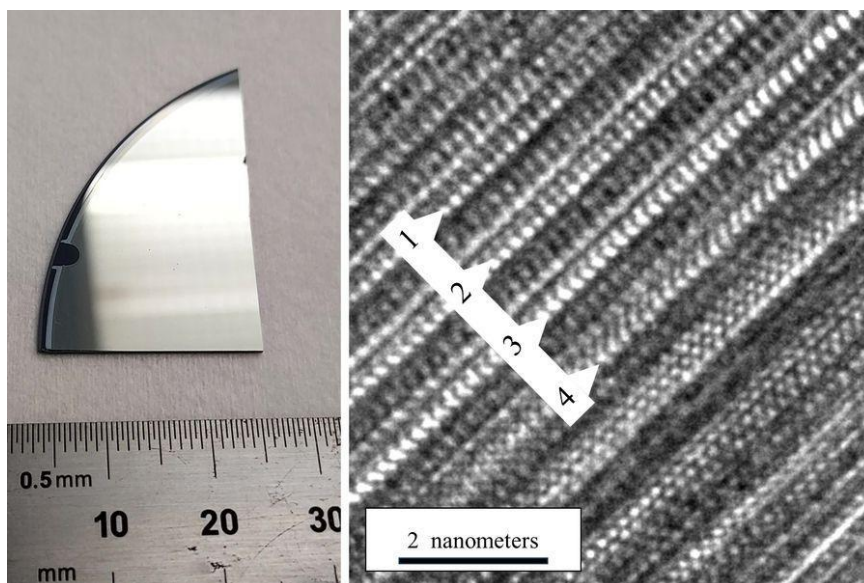
据介绍,这种 “薄膜” 厚度仅 100 纳米,其中电子的迁移速度约为传统半导体的 7 倍从而创下新纪录。这一成果有助科学家研发出新型高效电子设备。相关论文已经发表于《今日材料物理学》杂志(附 DOI:10.1016/j.mtphys.2024.101486)。



据介绍,这种 “薄膜” 主要是通过 “分子束外延技术” 精细控制分子束并 “逐个原子” 构建而来的材料。这种工艺可以制造出几乎没有缺陷的材料,从而实现更高的电子迁移率 (即电子在电场作用下穿过材料的难易程度)。

简单来说,当科学家向 “薄膜” 施加电流时,他们记录到了电子以 $10000 \text{ cm}^2 / \text{V}\cdot\text{s}$ 的速度发生移动。相比之下,电子在 “硅半导体” 中的移动速度约为 $1400 \text{ cm}^2 / \text{V}\cdot\text{s}$,而在传统铜线中则要更慢。

这种超高的电子迁移率意味着更好的导电性。这反过来又为更高效、更强大的电子设备铺平了道路,这些设备产生的热量更少,浪费的能量更少。



研究人员将这种“薄膜”的特性比喻成“不会堵车的高速公路”，他们表示这种材料“对于更高效、更省电的电子设备至关重要，可以用更少的电力完成更多的工作”。

科学家们表示，潜在的应用包括将“废热”转换成电能的可穿戴式热电设备，以及利用电子自旋而不是电荷来处理信息的“自旋电子”设备。

科学家们通过将“薄膜”置于极寒磁场环境中来测量材料中的电子迁移率，然后通过对薄膜通电测量“量子振荡”。当然，这种材料即使只有微小的缺陷也会影响电子迁移率，因此科学家们希望通过改进薄膜的制备工艺来取得更好的结果。

麻省理工学院物理学家 Jagadeesh Moodera 表示：“这表明，只要能够适当控制这些复杂系统，我们就可以实现巨大进步。我们正朝着正确的方向前进，我们将进一步研究、不断改进这种材料，希望使其变得更薄，并用于未来的自旋电子学和可穿戴式热电设备。”

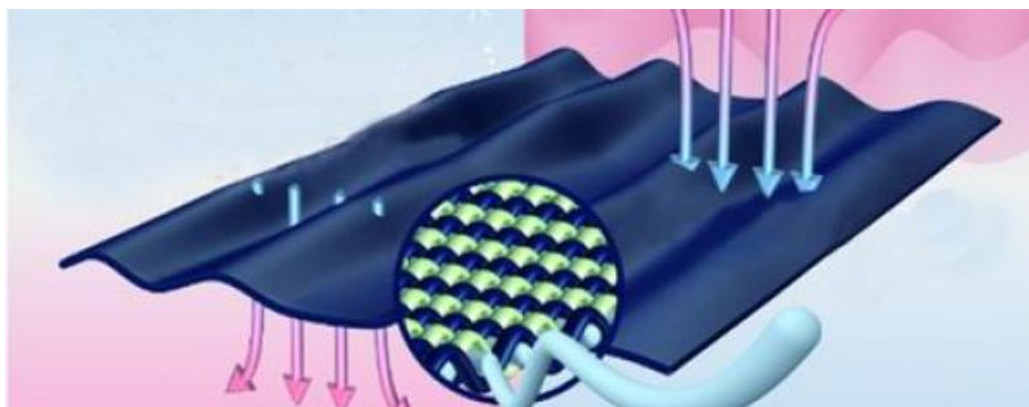
生物医药

新型柔性相变纤维可用于人体调温

作者：孙丹宁

文章来源：中国科学报

发布时间：2024-08-16



柔性相变纤维示意图。中国科学院大连化学物理研究所供图

中国科学院大连化学物理研究所史全研究员团队与吴忠帅研究员团队合作，在前期柔性相变薄膜的研究基础上，进一步改进化学交联合成方法，并利用湿法纺丝技术，开发出一种具有固-固相变特性的本征柔性相变纤维。近日，相关成果发表于《德国应用化学》。

相变纤维是一种纤维型的相变材料，能够在近似恒定的温度下吸收或释放大量热能，展现出不同环境下对人体温度进行调控的应用潜力。然而，目前的研究集中于开发基于固-液相变材料的复合相变纤维，这类材料在实际应用中面临储能密度低、耐久性差、柔韧性不佳等问题。

基于前期柔性相变储能材料研究，研究人员通过进一步调控化学交联过程并结合湿法纺丝工艺，制备出具有固-固相变特性的本征高柔性聚合物基相变纤维。该纤维展现出较高的能量存储密度和可调节的相变性能，并且经历 2000 次冷热循环后，相变焓值几乎未发生变化。此外，研究人员在此过程中可原位染色制备出颜色各异的相变纤维，它们可与棉线等其他纤维进行混合纺织，表现出优异的相容性和可加工性。

实际人体热管理实验表明，该柔性相变纤维具有优异的温度控制性能，为新一代智能调温纤维材料的研究与发展提供了新方向。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/anie.202408857>

非天然 α -氨基酸合成有了新策略

作者：江庆龄

文章来源：中国科学报

发布时间：2024-09-02

上海交通大学教授张万斌团队与中国科学院上海有机化学研究所研究员、中国科学院院士麻生明团队合作，通过双手性金属协同催化，实现了烯烃构型和中心手性的综合控制，为具有不同立体化学特性，即含有 Z-和 E-烯烃部分及 R-和 S-手性中心的光学纯分子的立体发散合成提供了潜在的通用策略，为药物设计以及蛋白质和肽修饰提供了更多选择。相关研究 8 月 30 日发表于《科学》。

自然界中生命的起源与演化，依赖于 20 种天然氨基酸。将具有潜在生物正交活性的烯烃引入 α -氨基酸中，不仅能够极大丰富其分子生物学效能，也为肽和蛋白质的后期快速修饰开辟了新的途径。

烯烃可以进行多种后期转化，为结构多样的非天然 α -氨基酸的快速合成提供强大且通用的平台。具有不同立体化学的分子，往往表现出截然不同的生物活性，开发一种高效且通用的催化策略，用于构建含有烯烃的非天然 α -氨基酸的所有立体异构体，具有重要研究意义。其中，精准控制碳碳双键的 Z/E 构型一直是有机合成化学发展中最为基础且极具挑战性的研究课题之一。

研究团队选用碘苯、4-甲基苯基联烯和醛亚胺酯作为模型底物，系统评估了两种手性金属催化剂，最终确定了最优的 Z-和 E-反应条件。

研究人员首先对芳基碘底物的普适性进行了考察，发现其在不同条件下均显示出优良的耐受性。随后，研究团队考察了一系列芳基和杂芳基取代联烯的底物适用性，发现这些底物都能顺利进行反应，并以中等到高产率得到相应的 Z-和 E-三取代烯烃，烷基取代的联烯同样也是该反应的有效底物。此外，一系列源于天然和非天然氨基酸的 α -取代醛亚胺酯底物，都能以立体发散的方式制备含有 Z-和 E-三取代烯烃的非天然氨基酸。

在此基础上，研究团队对 Z-和 E-选择性来源的机理进行了探索。结果显示，在钯/手性二茂铁双膦配体的反应体系下，迁移插入是立体决定步骤，生成的中间体，被亲核试剂直接进攻得到 E-选择性产物。在钯/亚磷酰胺配体的反应体系下，亲核进攻是立体决定步骤，亲核试剂选择性进攻中间体，得到 Z-选择性产物。控制实验表明，手性铜和手性钯催化剂通过综合调控中间体的热力学稳定性以及这些中间体对前手性亲核试剂的反应活性，从而实现高的 Z-和 E-选择性。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/science.ado4936>

我国科学家开发基因编辑新技术

作者：齐芳

文章来源：光明日报

发布时间：2024-7-12

基因编辑技术是面向未来的技术，以 CRISPR 为代表的基因编辑技术，基本实现了对基因的“单个修改”——单碱基和短序列尺度的精准编辑。那么，能不能发明一种新的基因编辑技术，实现一次修改全面覆盖？中国科学院动物研究所/北京干细胞与再生医学研究院的生物学家们开发了一种具有自主知识产权的基因编辑新技术，成功实现了以核糖核酸（RNA）为媒介的基因精准写入，为新一代创新基因疗法的发展提供了基础。

这项成果由中国科学院动物研究所/北京干细胞与再生医学研究院李伟研究员与周琪研究员团队合作完成，相关论文发表在 7 月 8 日晚出版的国际学术期刊《细胞》上。

李伟介绍，基因组脱氧核糖核酸（DNA）是生命的蓝图，对基因组 DNA 实现任意尺度的精准操作代表对生命蓝图进行修改绘制的底层能力，是基因工程技术发展的核心。目前，实现大片段基因尺度的 DNA 在基因组的高效精准整合，是整个基因工程领域急需突破的难题。

针对这一重大技术挑战，多种基因写入技术已被开发，但是这些技术大多依赖于 DNA 模板作为基因写入的供体。在实际医学应用中，DNA 供体面临免疫原性高、在体递送困难、在基因组中具有随机整合风险等诸多挑战。

研究人员将视线转向 RNA 供体。RNA 供体具有更低的免疫原性、可被非病毒载体有效递送、在细胞内迅速降解、无随机整合风险等特点，以 RNA 为供体的大片段精准写入技术，在安全性、可递送性方面都具有显著的优势。

在多次尝试后，研究团队选定 R2 逆转座子进行攻关。李伟介绍：“结合基因组数据挖掘和大分子工程改造等手段，我们开发了使用 RNA 供体进行大片段基因精准写入的 R2 逆转座子工具，能够在多种哺乳动物细胞系、原代细胞中实现大片段基因高效精准的整合，最高效率超过 60%。”

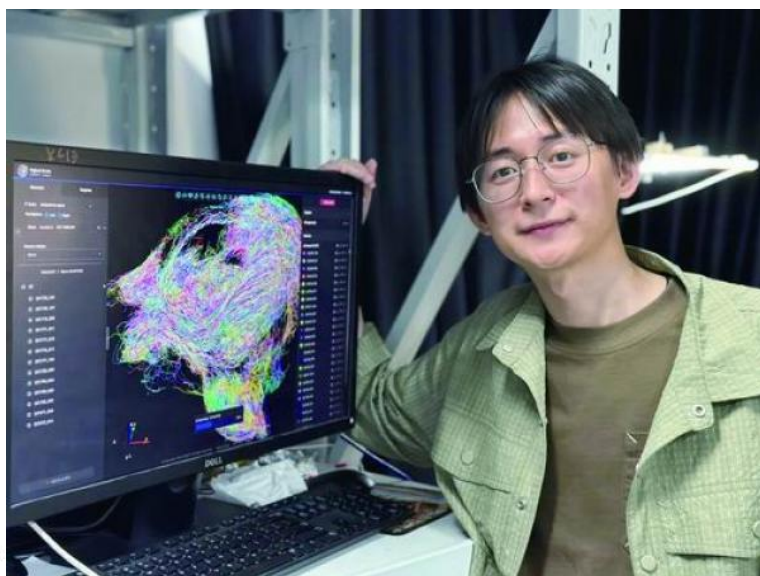
这一技术的突破，意味着可以通过外源功能基因的精准写入，来干预涵盖不同位点多种突变谱的基因所导致的遗传缺陷等疾病，能够开发更为通用的基因与细胞疗法，具有广泛的应用前景。李伟说：“这一技术目前尚无法实现在不同基因组位点的可编程写入，且在人原代细胞中的基因写入效率较低，因此未来需要进一步发展和优化。这也是我们下一步工作的重点。”

为大脑海马区研究搞“基建”

作者：李晨阳 江庆龄

文章来源：中国科学报

发布时间：2024-7-12



邱收 受访者供图

“头脑一热，我就答应了。”这就是邱收与他人生中第一篇学术代表作结缘的时刻。

2019 年底，中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心（以下简称脑智中心）研究员徐春正准备“放大招”：为大脑中大名鼎鼎的海马区绘制一幅三维立体的“交通线路图”。

完成这项工作需要用到大量的计算机分析技术，而徐春团队主攻功能研究，要找出这么一个 IT 人才还真不容易。他找了一圈，但多数人不想接这个“烫手山芋”，直到邱收走进了他的办公室。听完徐春对项目的描述后，时年 25 岁、清瘦文静的博士生邱收表示愿意试试。

邱收并没有计算机基础，他起初的计划是先做着，等有更合适的人选时就退出。没想到不久后的一次正式会议上，这项课题所属的上海市级重大专项“小型模式动物全脑神经联接图谱”负责人、脑智中心研究员孙衍刚对他说：“这项工作就由你主导了。”

就这样，邱收从一个入场较晚的“小配角”变成了“男一号”。当初的“头脑一热”，让他最终收获了首篇以第一作者身份发表的《科学》论文。

构建大脑里的“清明上河图”

海马区，可谓最著名的大脑区域之一。科学家很早就发现海马区与记忆功能紧密关联。随着近一个世纪不断深入的研究，科学家还发现海马区参与了多种不同大脑功能，如恐惧记忆、场景认知、记忆泛化、情绪焦虑和社交记忆等。

海马区中千丝万缕、盘根错节的神经元，是如何完成这样繁杂的任务的？这个答案仿佛藏在一座巨大的迷宫中，让人很难寻找。

徐春团队要做的，就是为海马区建立一幅三维立体的“交通线路图”，让以后的科研工作者按照这份“地图”，知全局、有方向地开展研究工作。

神经元是形态最特殊的细胞之一，乍看像一棵树，细长弯曲如主干的一端叫轴突，分叉细密如树冠的一端叫树突。神经元最大的特点是有方向性：神经信号由树突接收后，再从轴突输出。所谓神经元的“投射”，就是描述轴突把信号输送到哪些地方。

“细长蜿蜒的轴突伸展出去，甚至能覆盖一座大楼这么广泛的位置。”徐春向《中国科学报》记者展示他们制作的可视化投射图谱，“就像一群旅客乘坐飞机，一起到达后，很快分散，各奔东西——这就是对投射最直观的展现。你会发现，有些投射没有走直线，而是绕了远路，这可能意味着要完成某个生理功能，需要连接很多脑区。就像现实生活中，我们完成一件事情需要与许多职能部门沟通。”

这幅“交通线路图”不仅是立体的，而且是动态的，就像是藏在脑海中的“清明上河图”，让各种神经细胞的活动展示出不为人知的一面。

“我们发现，有些齿状回细胞跳过了经典的三突触环路，可以直接投射到海马区外的一些区域。这些现象超越了学术界以往的认知，非常令人振奋。”徐春说。

为研究自学编程，“永远不要限制自己”

毫无疑问，这项研究涉及大量的计算、分析、编程等工作。而主要完成人邱收此前完全没有相关经验。

为了自学编程，邱收主动从原有的实验室搬到脑智中心建设的一个公共研究平台——全脑介观神经联接图谱研究平台。这里会聚了一批擅长数据管理分析的专业人士。

小半年时间里，邱收和这些算法工程师在一个办公室里“同吃同劳动”，学到了很多宝贵的专业技能。

邱收在实践中发现，这项研究很可能要用到完全不同于以往的数据分析方法。在这样一个重点项目中，要说服大家采用闻所未闻的新方法，需要他先把各种备选方法都测试一遍，用实际结果说话——这可是巨大的工作量。

谈及当初为何愿意接下这样一个特殊的工作，邱收坦言，他很清楚这是一个需要承担风险的项目，但在这个过程中，他会接触到大量可遇不可求的宝贵数据，有机会做出一些非常重要的成果。

“神经科学涉及的研究方法非常广泛，你需要学习做手术、连电路、写代码……直到变成一个多面手。”如今的邱收，俨然是个“点满技能树的斜杠青年”。“这样的经历也提示我，永远不要限制自己。感兴趣的事情，放手去做就好，遇到什么问题就去解决什么问题。”

自豪！我为领域搞“基建”

投稿过程中，不止一位审稿人建议，可以把这篇论文中全海马区的数据拆成数个亚区的部分，分别投稿。

如果这样操作，或许会有更多顶刊论文发表，但他们还是决定发表一篇最完整、最全面、最能帮助全世界同行的文章。

在这篇论文中，有一个特殊的网址——这是他们利用研究成果搭建的小鼠海马区单神经元的全脑介观投射图谱数据库。打开网页，不需要注册账号，访客就可以直观地看到凝结了科研人员心血的“交通线路图”，并能自由下载所需要的数据。

论文发表后，邱收的邮箱里常常会冒出世界各地同行的邮件，咨询他如何更好地使用这个网站。

一位审稿人这样评价：“这个数据集的产生对海马区研究领域非常重要！……我们已经从这篇文章中看到了很多新发现的联接规律。”

另一位审稿人则连续使用了这样的词汇：让人惊叹的文章（amazing paper）、真正的杰作（a real tour-de-force）、非凡的工具（a remarkable tool）。

如果把发表论文当作最重要的产出，这个课题“性价比”不算高，似乎是“为他人作嫁衣裳”。但徐春说：“我们不介意下笨功夫、苦功夫、慢功夫。相反，这是我迄今为止最自豪的工作。”

徐春相信，他们是在为整个海马区研究领域搞“基建”，把地基打好、把桥架好、把指示牌立好，以后无论谁想在这一领域取得一点新突破，都能从中获得便利、得到助力。

“成为科研人员以来，我时常想：自己正在研究的问题有意义吗？至少对于这项工作，我相信它有着长远的意义。”邱收说。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/science.adj9198>

CRISPR 基因编辑疗法对人类疗效首次证明

作者：刘霞

文章来源：科技日报

发布时间：2024-7-1

美国 Intellia Therapeutics 公司 (NTLA) 和再生元公司的科学家在最新一期《新英格兰医学杂志》上撰文称, 治疗转甲状腺素蛋白淀粉样变性多发性神经病 (ATTR) 的 CRISPR 基因编辑疗法 NTLA-2001 在 I 期临床试验中取得积极结果: 单剂 NTLA-2001 导致血清中的转甲状腺素蛋白 (TTR) 水平平均下降 87%, 最大可达 96%。这是首批支持体内 CRISPR 疗法安全性和效果的临床数据, 有望开启医学新时代。



图片来源：美国生物制药网站

由于 TTR 基因发生特定突变, ATTR 患者的神经和心脏等组织内会产生错误折叠的 TTR 并不断积聚, 危及生命。而 NTLA-2001 是一款在体内进行基因编辑的创新疗法, 利用非病毒脂质纳米颗粒 (LNP) 递送, 通过降低血清中 TTR 的浓度来治疗 ATTR。

经过体内外研究后, NTLA-2001 首次被用于 ATTR 患者的体内基因编辑。在 I 期临床试验中, 有 6 名 ATTR 患者接受了这一基因编辑疗法, 其中 3 名接受剂量为 0.1mg/kg 的 NTLA-2001 治疗, 另外 3 名接受剂量为 0.3mg/kg 的 NTLA-2001 的治疗。

接受治疗第 28 天的检测显示, NTLA-2001 能够降低患者血清中的 TTR 水平, 而且, 剂量越高效果越明显: 0.1mg/kg 剂量组 TTR 平均下降 52% (47%—56%); 0.3mg/kg 剂量组平均下降 87% (80%—96%)。而且, NTLA-2001 表现出良好的安全性, 没有发现严重不良事件和肝脏问题。

研究人员指出, 与之形成对比的是, 目前治疗伴有多发性神经病的 ATTR 患者的标准疗法通常只能将 TTR 水平降低 80%, 而且患者需要长期接受治疗。

此外，研究人员表示，体内 CRISPR 基因编辑系统令人担心的一点是，基因编辑系统可能会对靶点序列以外的基因组序列进行编辑，从而引入有害突变——所谓“脱靶效应”，但实验结果显示，治疗剂量的 NTLA-2001 并未产生“脱靶效应”。

NTLA 总裁兼首席执行官约翰·雷纳德博士说：“这些临床数据首次表明，我们可能通过单次静脉注射 CRISPR 系统，在患者体内精准编辑靶细胞，从而治疗遗传疾病，为使用这一疗法治疗其他遗传疾病打开了大门。”

美国生物制药网站指出，尽管这是一个令人鼓舞的证明，但这些初步数据还没有回答 CRISPR 面临的许多最紧迫的问题：目前尚不清楚研究人员观察到的效果会持续多久，也不清楚随着更多患者接受治疗，效果是否会有所不同，此外，基因编辑的长期安全后果也不得而知。

总编辑圈点

这是一个里程碑式的事件——首个人体内 CRISPR 基因编辑临床试验结果公布，而且疗法安全有效。文中开展这项研究的公司之一 Intellia Therapeutics 就是诺奖得主詹妮弗·杜德娜创办的。NTLA-2001 通过非病毒脂质纳米颗粒递送，可以特异性敲除 TTR 基因，从而降低 TTR 蛋白的表达。试验结果令人振奋，但也不能因此就过于乐观。毕竟受试病人并不多，而且长期效果还有待观察。不过，至少试验证明，NTLA-2001 具有在短期给药情况下中止和逆转 ATTR 的潜力。对患者来说，“潜力”二字，就已经足够珍贵。

新技术快速实现大脑更深处组织高清成像

作者：张佳欣

文章来源：科技日报

发布时间：2024-7-8

据当地时间 7 日发表在《科学进展》杂志上的论文，麻省理工学院和哈佛大学的研究小组开发出一种双光子成像显微镜的改进版本，它可以让科学家更快地获得大脑内血管和单个神经元等结构的高分辨率图像。新技术或可促进生物学、神经科学的研究。

研究人员经常使用双光子显微镜制作大脑等组织的高分辨率 3D 图像。该显微镜的工作原理是将一束强烈的近红外线照射到组织样本中的一个点上，在强度最高的焦点诱导两个光子同时吸收。这种长波长、低能量的光可深入组织而不损坏组织，从而在表面以下成像。然而，这种成像技术不易扫描大脑等组织深处，且很耗时。

为改进成像技术，研究团队的目标是，在保持逐点扫描组织的像素进行高清成像时，又可一次性实现对一个大的组织样本快速成像。

此次，研究人员使用一种广视角显微镜，在改变光的振幅后，使一面光照射到组织上，这样就可不同的时间打开或关闭每个像素。当一些像素被点亮，而附近的像素保持黯淡时，研究人员就能检测到一些因组织散射光线而形成的图像。通过计算机算法对每个像素进行重建，研究人员就可获得更多关于图像的信息。

使用这项技术，研究人员证明，他们可以在肌肉和肾脏组织切片中实现约 200 微米尺度的成像，在老鼠的大脑中实现约 300 微米的成像。

“老鼠大脑中的血管成像可能对了解更多关于阿尔茨海默症等神经退行性疾病如何影响血液流动特别有用。”研究作者之一、麻省理工学院研究者穆拉特·耶尔德勒姆说，“这大约是此前成像技术所能达到组织深度的两倍。这项技术比传统双光子显微镜成像快 100 到 1000 倍。”

耶尔德勒姆还表示，所有关于血流或血管结构形态的研究都是基于双光子或三光子点扫描系统，通过使用这项新技术，我们可以真正对血流和血管结构进行高速大范围成像，从而更好地了解血流的变化。

该技术还可以通过添加电压敏感的荧光染料或荧光钙探针来测量神经元活动，也可用于分析肿瘤等其他类型的组织，如帮助确定肿瘤的边缘。