

本报讯 4月14日,中国科大郭光灿院士团队史保森、丁冬生课题组利用人工智能方法实现了基于里德堡原子多频率微波的精密探测,相关成果发表在国际知名学术期刊《自然·通讯》上。

里德堡原子具有较大的电偶极矩,可以对微弱的电场产生很强的响应,因此作为一个非常有前景的微波测量体系备受人们的青睐,并取得了飞速发展。尽管如此,基于里德堡原子的微波测量还存在很多科学问题亟待解决,多频率微波接收就是其中一项难题:这是因为多频率微波在原子中会引起复杂的干涉模式,严重干扰了信号接收与识别。

在前期工作的基础上,研究人员基于室温铷原子体系,利用里德堡原子作为微波天线及调制解调器,通过电磁诱导透明效应成功检测了相位调制的多频微波场,进而将接收到的调制信号通过深度学习神经网络进行



中国科大科技考古实验室

本报讯 4月10日,中国科大科技考古实验室与浙江省文物考古研究所合作,对北村遗址中的陶器、红烧土和碳化植物遗存开展了系统的年代学分析并取得了重要成果,相关研究成果日前发表在国际期刊《第四纪地质年代学》上。

北村遗址是浙江省文物考古研究所2020—2021年发掘的一处良渚文化早期的聚落遗址,目前已发现龙首镯、玉璜、玉蝉和石钺等重要玉器和石器,为研究良渚社会的发展、阶级分化和探索良渚古城的崛起背景提供了最新的资料。自20世纪牛津大学在陶器中使用热释光方法以来,释光技术在考古领域的应用得到了迅速发展。单片再生法、单颗粒等光释光技术已被用于测定陶器、瓷器、石器(受热燧石)、烧土、炉窑、砖瓦、

本报讯 4月6日,中国科大工程学院陈杨研究员、吴东教授、褚家如教授联合团队与新加坡国立大学电气与计算机工程系Cheng-Wei Qiu教授团队合作,在国际知名学术期刊《物理评论快报》上发表论文,首次实现弱手性物质诱导下的两个光学模式之间的强耦合,并理论验证了对手性物质圆二色性(CD)信号增强三个数量级。

该工作首先基于耦合模理论建立了一个手性相关的哈密顿量用于量化评估共振模式间手性诱导耦合的强度与手性物质 κ 间的关系:

$$\mathcal{H} = \mathbf{B}^{-1} \mathbf{A} = \begin{pmatrix} \omega_1 & \frac{i\kappa_1\omega_2}{\omega_0} \\ \frac{i\kappa_2\omega_1}{\omega_0} & \omega_2 \end{pmatrix}$$

在零失谐条件下,由模式耦合混杂产生的两个新模式的特征频率为

$$\omega_{\pm} = \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2) \pm \frac{\kappa}{\omega_0} \sqrt{\frac{-k_{12}k_{21}\omega_1\omega_2}{\omega_1\omega_2}}$$

通过进一步分析可以得出两共振模式实现强耦合的条件,即二者具有高品质因子 Q 且服从电磁对偶性。

针对这一条件,作者设计了一个全介质超表面,由介质板($n=2.4$)上二维周期性的

在基于里德堡原子的多频率微波无线传感方面 中国科大取得重要进展

分析,实现了多频微波信号的高保真解调,并进一步检验了实验方案针对微波噪声的高鲁棒性。研究成果表明,基于深度学习增强的里德堡微波接收器可允许一次直接解码20路频分复用(FDM)信号,不需要多个带通滤波器和其他复杂电路。这项工作的创新之处在于提出并实现了在不求解主方程的情况下,有效探测多频率微波电场的方案,既利用了里德堡原子的灵敏度优势,同时也降低了噪声的影响。

这项研究成果为精密测量领域与神经网络交叉结合提供了重要参考。此外,该成果还可以应用于同时探测多个目标。审稿人高

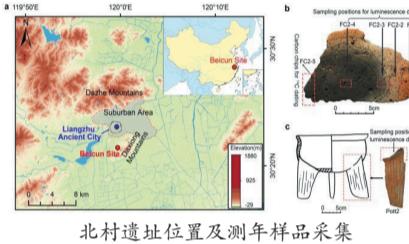
度评价该成果:“该工作展示的结果对原子分子光物理学领域的其他研究人员非常有用,因为它显示了深度学习未来在原子系统量子增强传感中的应用。”

该工作得到了审稿人的高度评价:“该工作展示的结果对原子分子光物理学领域的其他研究人员非常有用,因为它显示了深度学习未来在原子系统量子增强传感中的应用。”

中科院量子信息重点实验室博士研究生刘宗凯为本文第一作者,丁冬生教授、史保森教授为共同通讯作者。

(中科院量子信息重点实验室 中科院量子信息和量子科技创新研究院)

中国科大释光测年技术 揭开远古良渚遗址奥秘



北村遗址位置及测年样品采集

炼渣等考古材料的年代,但是受热考古材料中矿物的释光性质尚未开展系统的研究。

为确定北村遗址的绝对年代、探索良渚古城外围遗址的相互关系,研究人员首次发现并确认了受热考古材料中石英的中组分特殊信号与600—800°C加热历史的相关性。针

对北村遗址采用了独立的释光测年程序,基于R语言统计模型,测算了陶片与红烧土的释光年代,其结果与烧土中分离出的微量灼烧炭屑的碳十四年代一致。

研究结果表明,在规范采样及针对性测试条件下,释光测年技术应用在埋藏陶器、烧土类受热考古材料的年代学研究中具有高准确度的优势,并有望确定最后一次考古受热事件,如祭祀、焚烧、烹煮等的高精度年代。

本研究第一作者为中国科大科技史与科技考古系博士生汪椿鑫,通讯作者为范安川副教授。浙江省文物考古研究所王宁远、陈明辉、姬翔,中国科大金正耀教授、吴又进特任副研究员、硕士生张云逸为共同作者。(人文与社会科学学院科技史与科技考古系)

中国科大首次实现弱手性物质 诱导下的两个光学模式之间强耦合

圆孔阵列构成。由于结构的C2对称被扰动 Δ 打破,在布里渊区的中心(Γ 点)会产生一系列具有高Q值的连续域中准束缚态(准BIC)。进一步,作者选取了TE4和TM1这一对远离其它模式且近似满足电磁对偶性的准BIC态,并通过调节介质板的厚度使二者在 Γ 点处发生简并。由于这两个模式是正交的,当无外源手性引入时,二者不发生耦合,而当 $\kappa=(2+0.4i)\times10^{-4}$ 的手性溶液引入该系统时,会诱导两个准BIC态的耦合,产生强拉比劈裂(Rabi splitting)并形成两个新的混杂模式,即上支UB和下支LB。根据计算,产生的拉比劈裂值大于两个模式线宽,因而严格满足强耦合条件。

本文系统分析了两个模式的拉比劈裂和损耗的重新分配与 κ 的实部和虚部之间的对应关系,并研究了两个混杂模式的本征偏振随

模式耦合强度的演化过程。同时,手性诱导的模式耦合还为检测手性物质提供了一个通用平台。由于目前市面上90%以上的药物都是由手性分子构成,而具有不同手性的药物分子往往具有截然不同的生理功能,因此检测分子手性对疾病诊断、药物研发、疫情防控都具有重要价值。当本文提出的强耦合系统在圆偏光正入射时,随着厚度 t 变化,其CD谱表现出明显的上下两支。而在零失谐条件下($t=165.9$ nm时),上支可以实现的最大CD值高达0.1,相比于无超表面的情况,该CD值提高了3000倍,比已有其它工作可以实现的增强值提高了接近两个数量级。该研究为实现模式强耦合提供了新路径,在手性光学、微纳光学领域具有重要理论价值;同时也在手性分子检测、圆偏振激光发射和量子光学领域具有重要应用价值。(工程科学学院)

Nature专访中国科大曾杰教授 将工业废气二氧化碳转化为电池燃料

本报讯 近日,中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心和化学物理系曾杰教授接受Nature专访,分享了他在二氧化碳催化转化领域的最新研究进展。该采访以“Turning industrial CO₂ into battery fuel”为题,发表在Nature亮点专栏。

采访中,曾杰提到:十年前,学术界和工业界都质疑二氧化碳催化转化的成本问题;近年来,随着催化技术的进步,以及可再生能源发电成本的降低,二氧化碳催化转化技术迎来了大发展的机遇。曾杰重点介绍了其团队在二氧化碳电还原制甲酸方向的最新进展。曾杰认为,二氧化碳电还原制甲酸技术得以应用的关键在于如何避免产物与电解液的分离提纯,因为这部分成本占了总成本的70%以上。为此,曾杰教授团队

通过对催化剂和电催化装置的迭代升级,开发了一种铜合金催化剂和固态电解质反应器,实现了从二氧化碳和水中直接制备纯甲酸水溶液,大大节省了产物分离的成本。

在被问到其个人成长经历时,曾杰提到自己出生在河南省商城县,他的父亲是个勤于思考和动手的人,很好地保护了他的好奇心和创造力,为他种下了科学启蒙的种子。曾杰教授在中国科学技术大学获得了凝聚态物理学博士学位,到美国圣路易斯华盛顿大学从事博士后工作。2012年,曾杰教授回到科大进行独立研究。从那时起,他的研究方向就聚焦于二氧化碳催化转化技术。曾杰表示,未来其团队将与来自世界各地的大型碳排放企业如水泥厂、火力发电厂等进行合作,扩

大二氧化碳制甲酸等高附加值化学品的生产规模,以使其能够尽快实现工业应用。

曾杰认为,习近平总书记提出的“碳达峰、碳中和”目标为国内坚持在二氧化碳催化转化领域的研究人员带来了春天。2022年1月,中国科大成立了碳中和研究院,未来学校将依托这个研究院在碳循环技术领域给予专项经费支持。除了学校层面,在中科院、基金委、科技部,都有针对“双碳”的项目部署,这些项目围绕“双碳”的目标,鼓励从生产方式、产业结构、能源结构等方面推进多领域、多学科的交叉研究,从而推进经济社会向全面绿色发展转型。

曾杰表示,回国工作的这十一年间,他最自豪的成就是培养了一批朝气蓬勃、干劲十足的青年学者。科技的进步既需要创新,

nature

Explore content About the journal Publish with us Subscribe

nature | spotlight | article

SPOTLIGHT | 05 April 2022

Turning industrial CO₂ into battery fuel

Chemist Jie Zeng hopes his research will contribute to tackling climate change.

Sarah O'Meara & Yasmine Ye



Jie Zeng (top left) and his colleagues study ways to convert carbon dioxide into fuel that could be used in batteries. Credit: Minhao Xu

Jie Zeng, a chemist at the University of Science and Technology of China (USTC) in Hefei, tells *Nature* about his efforts to capture the carbon dioxide produced by heavy manufacturing and use it productively in batteries.

又需要传承。曾杰期待他培养的学生在未来会将二氧化碳催化转化的研究持续下去,不断向着“碳中和”的目标前进。(微尺度物质科学国家研究中心 化学学院)

本报讯 4月7日,中国科大收到一封来自中国铁路上海局集团有限公司合肥站的感谢信,对此前中国科大相关团队综合利用多种自主研发的高性能地球物理仪器和先进的地下结构分析方法,在未破坏南站地面的情况下,成功定位南站内地理地热管道漏水点一事表达了充分感谢。

信中表示,中国科大团队的工作对及时完成南站空调系统维修、保证南站运行安全等提供了十分巨大的帮助,充分展现了新时代“中国科大人”出色的专业素养和无私奉献的精神。

普通光纤化身监测信号的“神经”

2021年底,合肥南站方面发现部分用于空调系统的地下管线里的水抽不上来。

“在接到合肥南站监测需求后,我们立即勘探现场,着手准备方案,决定通过一系列高性能地球物理仪器对南站地下空间情况进行监测。”王宝善说,今年1月初,团队携带了近两年来中科大自主研发的多款先进仪器到现场进行监测、定位,包括光纤地震仪、4G地震仪、瞬变电磁仪等。这些仪器只需在地表操作,便可对地下情况“一探究竟”。

“比如光纤地震仪,它就像是在地表给地下空间‘做B超’。”王宝善说,光纤地震仪使用中,只需在地表铺设光缆,之后将光纤地震仪与光缆相连接,就能对地下情况进行感知。“普通光纤,就像是运送信号的‘血管’,而在光纤地震仪监测中,这些光纤将成为监测信号的‘神经’。”

王宝善介绍,当振动产生,振动波传播到光缆时,光缆会产生应变而被拉伸或压缩,而由于相干激光在光纤介质中的弹光效应,瑞利散射光的振幅和位相就会发生改变。在这些光纤附近,人踏步、车辆驶过,都会在光纤地震仪上出现相应的波形。因此,通过接收并解算光纤中瑞利散射光的变化,就可以获得振动波的一系列信息,辅助寻找振动源头。

“利用相干激光在光纤介质中的弹光效应来感知和传输外界的振动和声波信号,这是地震监测和地下结构成像的一种全新技术途径,目前,我们的技术已达到了国际先进水平。”

王宝善说,虽然光纤地震仪的工作原理并不复杂,但技术难度很高,尤其是光纤地震仪的接收设备,需要对这些光信号进行精准采集、接收和处理,也正是有了这样的接受设备,普通光纤才能成为一个地震“传感器”。

相关技术可应用于石油、天然气的管道监测

中国科大团队在未破坏南站地面的情况下,用了约5小时精准“探知”到南站内地理地热管道漏水点。找到位置后,合肥南站工作人员也迅速解决了问题。

“因需要减少来往车辆、人员产生的振动影响,同时不影响人员正常出行,我们当天夜里12点开始工作,凌晨5点确定了漏水点。”王宝善说,由于在南站的监测区域此前未曾设有光缆,所以为了监测,需在地表临时布设。而在许多地方,直接利用现有的通讯光缆就可以进行监测等工作,效率会更高。

一系列高性能地球物理仪器和先进的地下结构分析方法的应用场景非常广阔。“如光纤地震仪,它可以应用在石油、天然气的管道监测、评估中,还能对城市地下空间进行探测。不过目前这尚属一个新领域,还需逐步推广,我们也将不断改进升级相关技术。”王宝善表示。

(作者 刘畅司晨)

中国科大为合肥南站地下空间「做B超」