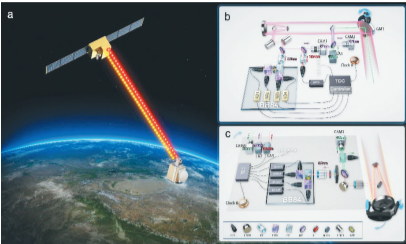


# 中国科大利用“墨子号”量子科学实验卫星实现安全时间传递

本报讯 5月11日，中国科大潘建伟及其同事彭承志、徐飞虎等利用“墨子号”量子科学实验卫星，在国际上首次实现量子安全时间传递的原理性实验验证，为未来构建安全的卫星导航系统奠定了基础，相关成果在线发表在国际学术知名期刊《自然·物理》上。

高精度时间传递是日常生活中导航、定位等应用的核心技术。现阶段广泛采用的时间传递技术主要包括卫星导航定位系统时间传递、光纤网络时间传递等方案。近年来，时间传递的安全性得到了广泛关注。各种网络系统，例如计算机网络、金融交易市场、电力能源网络等，都需要统一的时间基准。如果这些系统遭受到恶意攻击，其引起的时间错误将会引起网络崩溃、导航定位错误等重大安全性事故。然而，当前广泛使用的时间传递技术面临着数据篡改、信号



实验装置图

欺骗等各种攻击的潜在风险。

量子通信技术为安全时间传递带来了新的解决方案。基于量子不可克隆原理，以单光子量子态为载体的时间传递技术可以从根本上保证信号传输过程的安全性。潘建伟团队首次提出了基于双向自由空间量子密钥分发技术的量子安全时间同步方

案。在该方案中，单光子量子态同时作为时间传递和密钥分发的信号载体，进行时间同步和密钥生成。这个过程所生成的密钥用来加密经典时间数据，从而确保时间数据的安全传输。

基于“墨子号”量子科学实验卫星，潘建伟团队突破了星地单光子时间传递、高速率星地双向异步激光时间应答器等关键技术，实现了星地量子安全时间同步的技术验证，获得了30 ps精度的星地时间传递，此精度达到了星地激光时间传递的国际先进水平。该工作得到了审稿人的高度评价“该实验在空间量子实验领域又一次超越了现有技术水平”，“这对于量子技术的实用化至关重要”。上述研究成果将极大地推动量子精密测量相关领域的研究和应用。（合肥微尺度物质科学国家研究中心 物理学院 中科院量子信息与量子科技创新研究院 科研部）

# 中国科大研制新型纳米纤维素高性能仿生结构材料

CNFP还具有极高的抗冲击性能、高损伤容限以及能量吸收性能。

研究表明，CNFP具有轻质高强韧的优异性能，其比强度和比冲击韧性分别达到了198 MPa/(Mg m<sup>-3</sup>)和67 kJ m<sup>-2</sup>/(Mg m<sup>-3</sup>)，均超越航空铝合金和钢，且其密度低至1.35 g cm<sup>-3</sup>，仅为钢的六分之一，铝合金的一半。

这种可持续新型天然纳米纤维仿生结

构材料集成了轻质高强度、高尺寸稳定性、抗热震、抗冲击、高损伤容限等多种优异性能，综合性能突出，将在轻量化抗冲击防护及缓冲材料、空间材料、精密仪器结构件等应用领域将具有广阔的应用前景。

论文的共同第一作者是合肥微尺度物质科学国家研究中心博士后管庆方，硕士生杨怀斌、韩子盟。（合肥微尺度物质科学国家研究中心 化学与材料科学学院）

# 中国科大取得原创性进展

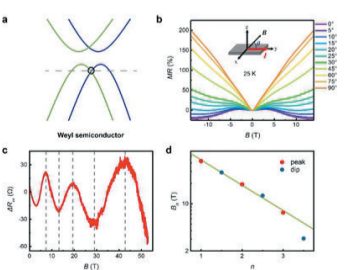
在新型拓扑材料外尔半导体的实验发现中

本报讯 5月12日，中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心国际功能材料量子设计中心和物理系中科院强耦合量子材料物理重点实验室曾长淦教授研究组与王征飞教授研究组实验与理论合作，首次在单元素半导体碲中发现了由外尔费米子主导的手性反常现象以及以磁场对数为周期的量子振荡，成功将外尔物理拓展到半导体体系。相关研究成果在线发表在《Proceedings of the National Academy of Sciences》。

在新型量子材料中，具有特殊能带结构的拓扑材料也兼具新奇电子输运特性。相关研究不仅可以加深对于拓扑物态的理解，更有望推动新型高性能电子学器件的发展。一个典型的代表是目前引起广泛关注的外尔半金属体系，其输运研究往往表现出超大非饱和磁阻、平行磁场下的负磁阻效应、平面霍尔效应等诸多特性，而表面外尔弧更是提供了高迁移率和低功耗的电子学通道。这些特性都源自费米面附近外尔费米子的存在。迄今为止，对于外尔费米子以及外尔物理的研究都局限于半金属体系。然而从器件应用角度，半导体相对于半金属有其独特的价值。

碲是一种窄能带半导体，由于空间反演对称性破缺以及相应的强自旋轨道耦合，在价带顶附近存在能带交叉的外尔点。该团队通过物理气相沉积法制备出高质量碲单晶，其空穴自掺杂特性使费米能级处于价带顶，进而显著增强了外尔费米子对输运性质的影响。低温输运研究进一步揭示了碲单晶表现出由于手性反常导致的典型磁输运特征，包括磁场平行于电流方向时的负磁阻效应，以及磁场在样品平面时发生的平面霍尔效应。借助于合肥中科院强磁场科学中心以及武汉国家脉冲强磁场科学中心的强磁场装置，该团队更进一步发现了罕见的以磁场对数为周期的磁阻和霍尔电阻量子振荡。这种新型量子振荡是自相似的离散标度不变性的体现，可以归因于碲晶体中精细结构常数(7.5)远大于真空取值(1/137)从而使外尔费米子与异性电荷中心形成共振态形式的准束缚态。

该工作首次实现了将新奇拓扑属性和半导体属性有机结合的“拓扑外尔半导体”。如果把费米能级从价带调到能隙，会发生金属-绝缘体转变，并伴随拓扑非平庸态到平庸态的转变，这一外尔半导体独有的特性不存在于外尔半金属。外尔半导体的发现为设计新型拓扑半导体器件提供了新思路。



a. 外尔半导体能带结构示意图，圆圈表示外尔点。b. 手性反常导致的负磁阻效应。c.d. 强磁场下观测到的以磁场对数为周期的磁阻振荡行为。

我校曾长淦教授、王征飞教授和李林特任副研究员为论文共同通讯作者，博士生张南、赵赣和李林特任副研究员为论文共同第一作者。（微测量宗）

# 中国科大揭示奥陶纪末生命大灭绝新机制

本报讯 5月13日，中国科大沈延安课题组以高精度硫同位素分析为主要研究手段，发现在奥陶纪末生命灭绝事件的过程中硫同位素产生了非质量分馏，提出“平流层火山喷发”是奥陶纪末生命灭绝事件的驱动机制这一新观点。相关研究成果发表于综合学术期刊《自然·通讯》。

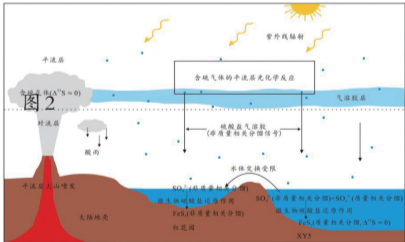
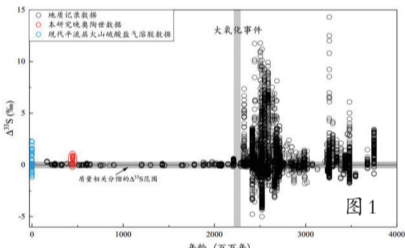
火山活动是全球气候变化和海洋化学组成巨变的主要驱动力之一，其中“平流层火山喷发”（即火山物质喷发至平流层—大约离地表20公里）对全球气候有直接的影响。在过去5.4亿年的地质历史中，发生了数次大规模的火山喷发以及5次生命大灭绝事件，但评估火山活动的喷发强度以及它们对生命演化的影响一直是极具挑战性的科学问题。

奥陶纪末生命灭绝发生在约4.4亿年前，造成了全球海洋中约85%物种的消失，也是地球过去5.4亿年来第二大生命灭绝事件。传统观点认为，奥陶纪末生命灭绝与当时冰期的开始和结束有成因上的联系，主要基于全球冰川的形成和消融决定了海洋生命系统的空间变化。但越来越多的证据表明，奥陶纪末的两幕式生命灭绝与冰川的形成和消融在时间上并不完全一

致。因此，奥陶纪末生命灭绝的驱动机制一直是地球科学领域未解的重要问题之一。

针对这一科学问题，沈延安课题组开辟了新的研究思路，他们对华南奥陶纪末生命灭绝地层中的黄铁矿进行了高精度同位素分析，发现伴随着晚奥陶纪火山的喷发，硫同位素出现非质量分馏，当火山活动减弱和停滞，硫同位素又呈现质量分馏。奥陶纪末非质量硫同位素记录的发现是23亿年以来地质记录中的首次报道（图1）。因此他们提出奥陶纪末火山活动为“平流层火山喷发”并触发和驱动了当时的生命灭绝事件。

该研究认为，奥陶纪末“平流层火山喷发”将大量二氧化硫、硫化氢和其他火山物质输送至平流层并形成了以硫酸盐为主的气溶胶层（图2）。硫酸盐气溶胶层对全球气候变化和地球系统的热量平衡起着至关重要的作用，因为平流层硫酸盐气溶胶反射短波的太阳辐射、同时吸收长波段的太阳辐射，从而导致地球表面温度下降（即加热自己，冷却地球）。因此，他们提出“平流层火山喷发”触发和驱动的一系列全球气候剧烈变化和海洋缺氧等环境恶化，直接导致了奥陶纪末生命大灭绝。



沈延安介绍说，该项研究对现代全球气候变化有重要的启示作用。卫星观察数据表明，近50年来平流层的硫酸盐浓度不断升高，一种观点认为是人类活动排放含硫气体造成的，也有研究认为是现代火山不断喷发导致的。很显然，高精度的硫同位素分析能够为探讨这一重要科学问题提供有力的手段。

论文第一作者是胡东平副研究员（2017年毕业于沈延安课题组）。（地球和空间科学学院 科研部）

# 中国科大实现固相离子迁移的原位可视化研究

程复杂且较难追踪，发展新表征方法实现在原子尺度上原位研究具有纳米间隙的组装体结构之间的离子迁移仍然是未知的挑战。化学透射电子显微镜（ChemTEM）是一种新兴技术，可以利用电子束在成像同时触发化学反应实现原位研究。通过调节电子束剂量等参数可以很好地控制化学反应的类型和速率以及键解离。

研究人员以Te和Ag纳米线共组装结构为模型，利用原位“ChemTEM”技术从原

子尺度研究固相Ag离子的动态迁移过程。此外，研究人员还将此研究策略拓展到其他材料体系，结果表明，这种原位表征技术及固相离子迁移机制具有广泛的适用性。

该研究提出了各向异性纳米组装结构上固相离子迁移动力学机制，有助于定制和制备新颖的异质纳米结构，同时为探索不同纳米材料体系中的离子迁移过程提供了一种新方法。（合肥微尺度物质科学国家研究中心 化学与材料科学学院 科研部）

本报讯 5月13日，中国科大俞书宏院士团队与上海交通大学邹剑波教授以及中科大工程学院倪勇教授等开展多方合作，提出并设计了一种利用原位ChemTEM方法定量研究共组装纳米线之间的固相离子迁移过程的新策略。相关成果发表在《美国化学会志》杂志上。

离子迁移是一种化学反应过程，即阳离子通过阴离子晶格或金属氧化物晶格的输运过程，深入研究离子迁移机制对开发高性能器件具有重要意义。目前，它通常伴随着电荷和质量转移，非常类似于生物突触系统中的Ca<sup>2+</sup>的输运，在很多器件中发挥重要作用，如锂离子电池、钙钛矿太阳能电池、电致变色器件和忆阻器件等。理解离子迁移机制并合理控制离子传输过程将改善提高器件的性能。然而固相离子迁移过