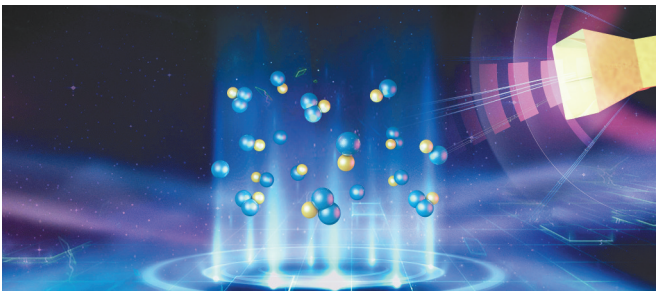


中国科大成果 入选 2022 年度国际物理学十大突破

本报讯 12月8日，英国物理学会新闻网站《物理世界》公布了今年国际物理学领域的十大突破，中国科大潘建伟、赵博等与中科院化学所白春礼小组合作完成的“超冷三原子分子的量子相干合成”研究成果，与美国哈佛大学 John Doyle 团队完成的“多原子分子的磁光俘获和亚多普勒冷却”研究成果，共同因“开创超冷化学的新纪元”入选十大突破。其他同时入选十大突破的成果有：耗资 100 亿美元的詹姆斯-韦伯太空望远镜首次成像；美国宇航局成功改变小行星的轨道；探测引力的 AB 效应等。

今年 2 月份，《自然》杂志



从超冷原子和双原子分子混合气中利用射频场合成三原子分子的示意图

发表了中国科大与中科院化学所联合团队在国际上首次在超冷双原子分子-原子混合气中实现三原子分子相干合成这一研究成

果。他们在钠钾分子 - 钾原子 Feshbach 共振附近利用射频场将双原子分子 - 原子散射态和三原子分子束缚态耦合在一起，成功

实现了三原子分子的相干合成。在此基础上，中国科大研究团队在量子简并的钠钾分子 - 钾原子混合气中，利用磁缔合技术绝热地制备了高相空间密度的超冷三原子分子系统，向基于超冷分子的超冷量子化学和量子模拟研究迈出了重要一步。该工作于今年 12 月初发表在《科学》杂志上。

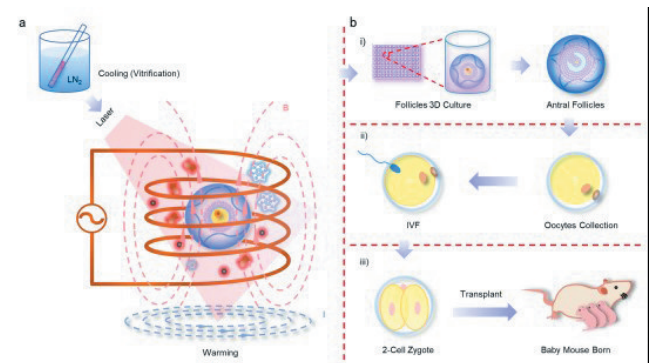
《物理世界》评价，他们的成就为物理和化学领域的新研究铺平了道路，得益于这些多原子分子平台，超冷化学反应的研究、新形式的量子模拟以及基础科学测试都即将实现。

（中科院量子信息与量子科技创新研究院 科研部 新闻中心）

中国科大提出生育力保存新方法

本报讯 近日，中国科大赵刚教授与基础医学院史庆华教授、安医大第一附属医院生殖医学中心曹云霞教授合作，基于结构仿生和空间物理场的协同抑冰效应，成功实现了小鼠卵泡的高质量深低温保存。相关研究成果发表于《自然·通讯》。该结果对基于卵泡的女性生育力保存具有重要的参考价值。

生育力保存是解决女性生育力降低这一全人类共同关注的重大健康问题的唯一手段。因卵泡来源丰富、获取方便、不涉及过多的伦理问题，其低温保存是对卵母细胞、胚胎和卵巢组织等低温保存的重要补充；此外，未成年女性和未婚女性肿瘤患者的卵泡保存几乎是其生育力保存的唯一手段。现有的卵泡低温保存方法，因其所用低温保护剂浓度过



小鼠卵泡的协同抑冰低温保存和 3D 培养体外成熟

高、毒性过大，导致操作烦冗且保存效果不佳。

基于此，研究团队开发了基于协同抑冰策略的小鼠卵泡低浓度低温保护剂玻璃化保存方法。

他们将磁热和光热空间复温与水凝胶微封装结合，实现了协同抑冰，将渗透性保护剂的浓度降低了 75%（仅为原来的约 1/4）。其中空间复温技术可有效提升复温

速率和温度分布均匀性，抑制复温过程可能出现的反玻璃化/重结晶，避免过大的细胞损伤。水凝胶封装则既可提供关键生化 and 力学微环境的调控，有力支撑复温后小鼠卵泡的 3D 培养体外发育；又可提供结构仿生低温保护，减少毒性低温保护剂的需求；还可以实现卵泡与外界磁热和光热材料的物理隔离，提高生物安全性。经此方法保存的卵泡，冷冻复苏后其存活率提高了约 1/3；且其经体外 3D 培养后可成功排出成熟的卵母细胞，该卵母细胞进一步体外受精并移植到代孕小鼠体内可产下健康的子代小鼠。

综上所述，该研究建立了一个集成了微封装、冷冻、复温和 3D 培养的一体化平台，为卵泡的保存和充分利用提供了一套独特的解决方案。博士生田聪会为本文第一作者，赵刚教授与史庆华教授为文章的共同通讯作者。

（信息科学技术学院 附属第一医院）

中国科大利用磁光力混合系统 实现可调谐微波-光波转换

些相互作用机制促进了光机械领域和磁机械领域的快速发展。

在前期工作中，研究组利用 YIG 微腔中的磁振子具有良好的可调谐特性，结合磁光效应实现了可调谐的单边带微波-光波转换。但是由于目前磁光晶体微腔的模式体积大、品质因子难以进一步突破，从而限制了磁光相互作用强度，导致微波-光波转换效率较低。相比之下，腔光力系统虽已实现高效的微波-光波转换，但由于缺乏可调谐性，在实

际应用中会受到限制。

该工作中，研究组开发了一种由光力微腔和磁振子微腔组成的混合系统。系统中可以通过磁致伸缩效应对声子进行电学操控，也可以通过光辐射压力对声子进行光学操控，而且不同微腔内的声子可以通过微腔的直接接触实现相干耦合。基于高品质光学模式对机械状态的灵敏测量，课题组实现了调谐范围高达 3GHz 的微波-光学转换，转换效率远高于以往的磁光单一系统。

此外，研究组观测了机械运动的干涉效应，其中光学驱动力的机械运动可以被微波驱动的相干机械运动抵消。总体而言，该磁光力系统提供了一种有效进行操控光、声、电、磁的混合实验平台，有望在构建混合量子网络中发挥重要作用。沈镇、徐冠庭、张劭为论文共同第一作者，董春华为论文的通讯作者。

（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 物理学院）

中国科大在氧化镓器件领域取得重大进展

本报讯 近日，在美国旧金山召开的第 68 届国际电子器件大会（IEEE IEDM）上，中国科大国家示范性微电子学院龙世兵教授课题组两篇关于氧化镓器件的研究论文（高功率氧化镓肖特基二极管和氧化镓光电探测器）被大会接收。

IEEE IEDM 是一个年度微电子和纳电子学术会议，是报告半导体和电子器件技术、设计、制造、物理和建模等领域的关键技术突破的世界顶级论坛，其与

ISSCC、VLSI 并称为集成电路和半导体领域的“奥林匹克盛会”。

如何开发出有效的边缘终端结构，缓解肖特基电极边缘电场是目前氧化镓肖特基二极管研究的热点。由于氧化镓 P 型掺杂目前尚未解决，PN 结相关的边缘终端结构一直是难点。龙世兵课题组基于氧化镓异质 PN 结的前期研究基础，将异质结终端扩展结构成功应用于氧化镓肖特基二极管。该研究通过合理设计优化 JTE 区域的电荷浓度，确保不影响

二极管正向特性的同时最大化削弱肖特基边缘电场，从而有效提高器件的耐压能力。优化后的器件实现了 $2.9\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 的低导通电阻和 2.1kV 的高击穿电压，其功率品质因数高达 $1.52\text{GW}/\text{cm}^2$ 。此外，利用该优化工艺成功制备并封装了大面积的氧化镓肖特基二极管，器件正向偏压 2V 下电流密度达到 $180\text{A}/\text{cm}^2$ ，反向击穿电压高达 1.3kV。

光电探测器在目标跟踪、环境监测、光通信、深空探索等诸多

领域发挥着越来越重要的作用。响应度和响应速度是光电探测器的两个关键的性能参数，然而这两个指标之间存在着制约关系，此消彼长。龙世兵团队通过引入额外的辅助光源实现对向光栅调控方案，来缓解上述制约关系。

该工作提出了一种光电探测器芯片内千万像素共享一颗辅助 LED 即可缓解响应度与响应速度之间的制约关系的策略，对光电探测芯片综合性能的提升有重要参考意义。（吴长锋）

本报讯 12月14日，中国科大中科院微观磁共振重点实验室杜江峰、林毅恒等人与中科院量子信息重点实验室罗希望等合作，通过发展高自旋离子阱体系的调控技术，实现了对三重简并拓扑单极子的量子模拟，观测到具有不同拓扑荷的单极子之间的相变，并展示了自旋张量在其中的重要作用。研究结果发表于《物理评论快报》。

拓博物态是当前物理研究的前沿和主流领域之一，为新材料、新器件的设计带来了新的思路，乃至对我们深入理解宇宙基本粒子的性质都具有重要的意义。2016 年，诺贝尔物理学奖便授予了在拓博物理学方面做出开创性贡献的三位科学家。拓扑源自数学，指在局部的连续变化下保持不变的整体性质。比如面包圈和茶杯拓扑等价，这是由于它们都有一个穿透的洞，而洞的个数是一个拓扑性质，对应拓扑荷。科学家发现，拓扑在凝聚物质的一些物理特性上也起到关键作用，这些物理特性不依赖样品的细节，完全由系统状态的整体拓扑性质确定。而拓扑相变——具有不同拓扑性质的状态之间的转变——一定是不连续的跃变。例如在一些半金属材料中，能带简并点形成的类似单极子的拓扑结构可以具有不同的拓扑荷，探索他们之间的拓扑相变是目前的前沿研究方向之一。同时，简并点附近的准粒子激发表现出类似基本粒子的行为，探索其拓相变对于探索新型粒子也具有重要意义。

此项研究针对拓相变中的一类重要的费米子——三重简并费米子模型进行实验模拟。该模型对应自旋为 1 的拓扑单极子，在近期的研究中受到广泛关注。然而，在固体材料体系中，直接观测这种三重简并点的拓相变需要复杂的调控，目前难以实现。因此，高度可控的量子模拟器为研究拓相变现象提供了新的途径。这项研究中，通过使用在超高真空环境束缚的铍离子，结合微波、射频等的精准调控，构建多能级的量子体系，可以有效地观测自旋为 1 的拓扑单极子的行为。通过调控实验参数，研究人员清晰的观测到量子态的拓相变，并且提取出高阶自旋张量在其中的贡献。该工作发展出的高度可调控的多能级束缚离子系统，为研究高自旋物理提供了良好的平台，并为进一步研究新奇高阶拓相变以及其他拓相变现象铺平了道路。

研究中使用的离子阱实验系统属于近几年迅速发展起来的高自旋量子模拟器。杜江峰院士、林毅恒教授带领团队从无到有搭建了实验平台，并成功发展了一系列新型的高自旋操控技术，包括使用动力学去耦将三能级状态相干时间提高一个数量级；通过解析模型辅助的形状脉冲，以实现四能级系统的两个近邻跃迁之间的快速普适调控。上述工作作为本文的研究奠定了核心实验基础。中科院量子信息重点实验室罗希望教授、美国德克萨斯大学达拉斯分校张传伟教授为本文的工作提供核心理论支持。审稿人高度评价该工作，“……重要的是，自旋-张量-动量的耦合可以通过自旋为 1 的系统生成，导致与自旋 1/2 不同的有趣的量子现象。这个工作是有意思的和重要的。”

博士研究生张梦翔、李岳以及袁新星博士为共同第一作者，杜江峰院士、林毅恒教授和罗希望教授为共同通讯作者。（中科院微观磁共振重点实验室、中科院量子信息重点实验室 物理学院 中科院量子信息与量子科技创新研究院）

我校实现对三重简并拓扑单极子的量子模拟