

我国在超冷原子量子计算领域获重要进展

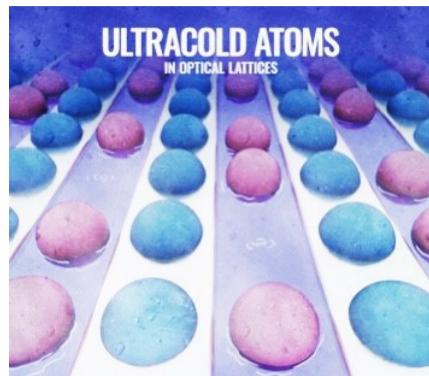
本报讯 6月19日，著名学术期刊《科学》在线发表了中科院院士、中国科大教授潘建伟、袁震生教授等在超冷原子量子计算和模拟研究中取得的重要进展。他们在理论上提出并实验证明了原子深度冷却新机制的基础上，在光晶格中首次实现了1250对原子高保真度纠缠态的同步制备，为基于超冷原子光晶格的规模化量子计算与模拟奠定了基础。

在这项研究中，该团队首次提出了使用交错式晶格结构将处在绝缘态的冷原子浸泡到超流态冷原子中的新制冷机制，通过绝缘态和超流态之间高效率的原子和熵的交换，使系统中的热量主要以超流态低能激发的形式存储，再用精确的调控手段将超流态移除，从而获得低熵的完美填充晶格。

研究团队实验实现了这一制冷过程，制冷后使系统的熵降低了65倍，使得晶格中原子填充率提高到99.9%以上。在此基础上，该团队开发了两原子比特高速纠缠门，获得了纠缠保真度为99.3%的1250对纠缠原子。

本报讯 6月15日，中国科大郭光灿院士团队在量子物理基础问题研究中取得重要进展。该团队李传锋、许金时、许小治等人与南开大学陈景灵教授合作，首次实现光子的偏振与其本体分离，进而实现两个光子偏振的无接触交换，揭示了“量子柴郡猫”的独特量子特性，加深了人们对“什么是物理实在”这一物理学基本问题的认识。相关成果发表在国际知名期刊《自然·通讯》上。

柴郡猫是童话《爱丽丝梦游仙境》中一只咧着嘴笑的猫，它（本体）可以凭空消失，但笑容（属性）还挂在半空中。经典世界中物体的物理属性，如质量、体积等，与物体的本体是不可分离的。然而在量子世界里情况有所不同。2013年的理论研究表明微观粒子的物理属性（如电子的电荷和自旋，光子的偏振等）可



光晶格中原子冷却的示意图

《科学》杂志审稿人对该工作给予了高度评价：“他们在原子比特中实现了我所知的最低的熵，并且是在如此大的（1万个原子）系

统中；此外，他们报道了我所知的中性原子中最高保真度两比特量子门。”“开发新的晶格量子气体制冷技术，是学界为了研究新物态和满足量子信息处理需求的重要目标。鉴于此，我认为他们实现如此大的熵减是一个突破……”

在该研究工作的基础上，研究团队将通过连接多对纠缠原子的方法，制备几十到上百个原子比特的纠缠态，用以开展单向量子计算和复杂强关联多体系统量子模拟研究。同时，该工作中新的制冷技术将有助于对超冷费米子系统的深度冷却，使系统达到模拟高温超导物理机制的苛刻温区。该成果将极大推动量子计算和模拟领域的发展。

据了解，大规模纠缠态的制备、测量和相干操控是该研究领域的核心问题。但以往的工作中，受限于纠缠对的品质和量子逻辑门的操控精度，人们所能制备的最大纠缠态距离实用化的量子计算和模拟所需的纠缠比特数和保真度还有很大差距。（丁佳）

中国科大首次实验揭示“量子柴郡猫”的量子特性

以和其本体分离，这种现象被沃尔夫奖获得者阿哈罗诺夫等人称为“量子柴郡猫”。

李传锋研究组首次利用双光子系统展示了两只“量子柴郡猫”交换笑脸这一独特量子效应。他们使用对系统施加微扰的新方法，解决了多体量子系统弱值提取的难题，并制备出双光子纠缠态，获得光子的路径和偏振观测量的弱值。实验观测到两光子都处于偏振属性和光子本体分离的状态，并各自得到了另一光子的偏振，实现了两只“量子柴郡猫”的无接

触笑脸互换。

该研究展示了量子世界中物质与其物理属性灵活多变的关系，加深了人们对“什么是物理实在”这一物理学基本问题的认识。另一方面，通过引入微扰获得弱值的方法也将为研究量子物理其他难题提供有力工具。

审稿人评价这是“一个里程碑”，是理解量子力学基础问题的重要进展。该论文共同第一作者是中科院量子信息重点实验室博士生刘正昊和潘维伟。（常河）

不同运动模块之间又通过相互抑制，从而实现不同运动方式之间的灵活转移。短时程突触可塑性以及神经系统的内源噪声，在调控运动时序过程中也扮演重要角色。

借助秀丽隐杆线虫的神经网络联结图谱和分子生物学技术，该研究组进一步鉴定出，其前馈的神经通路依赖于中间神经元和运动神经元之间的电突触；模块之间的相互抑制，则依赖上游神经元释放有神经递质功能的谷氨酸和下游神经元表达相应的氯离子通道。

这一成果为理解更高等生物运动控制的基本原理提出了一种可能，也为下一代类脑机器的设计提供了灵感和思路。

论文共同第一作者为研究生汪园、张晓倩和卡内基梅隆大学研究生辛琦，通讯作者为温泉教授，同时该工作还有多伦多大学镇梅教授研究组、马萨诸塞医学院的Mark J. Alkema教授研究组的参与。（杨凡 桂运安）

中国科大科学家破解秀丽隐杆线虫“灵活”逃逸的秘密

本报讯 6月16日，中国科大教授温泉研究组结合实验和理论分析，揭示出秀丽隐杆线虫在逃逸行为中产生稳健而灵活运动的神经环路机制和算法，破解了其“灵活”逃逸的秘密。相关成果在线发表于eLife。

通体透明的秀丽隐杆线虫，其神经系统相对简单但功能齐全，非常适合以光学的方式对神经元活动进行操控和监测，因此是研究神经生物学的理想模式生物。20世纪80年代，秀丽隐杆线虫完整的神经网络联结图谱被科学家通过电镜重构到突触分辨率级别，为神经环路的研究打下了基础。

秀丽隐杆线虫在受到外界潜在威胁，例如机械刺激或者热刺激时，会稳健地触发逃逸行为。这种逃逸行为具有保守的组成模块，如前进运动、后退运动、转弯运动等，但每个运动模块的出现序列和延续时间大不相同。

温泉研究组以秀丽隐杆线虫为研究对象，探究生物体产生稳健而灵活运动序列的神经环路机制。综合光遗传技术、钙成像技术和计算建模，该研究组发现，秀丽隐杆线虫模块之间的兴奋性前馈通路，可以解释为何外界刺激能稳健地触发某种运动序列；而

借助秀丽隐杆线虫的神经网络联结图谱和分子生物学技术，该研究组进一步鉴定出，其前馈的神经通路依赖于中间神经元和运动神经元之间的电突触；模块之间的相互抑制，则依赖上游神经元释放有神经递质功能的谷氨酸和下游神经元表达相应的氯离子通道。

这一成果为理解更高等生物运动控制的基本原理提出了一种可能，也为下一代类脑机器的设计提供了灵感和思路。

论文共同第一作者为研究生汪园、张晓倩和卡内基梅隆大学研究生辛琦，通讯作者为温泉教授，同时该工作还有多伦多大学镇梅教授研究组、马萨诸塞医学院的Mark J. Alkema教授研究组的参与。（杨凡 桂运安）

中国科大利用光学天线实现亚纳米位移的光学测量

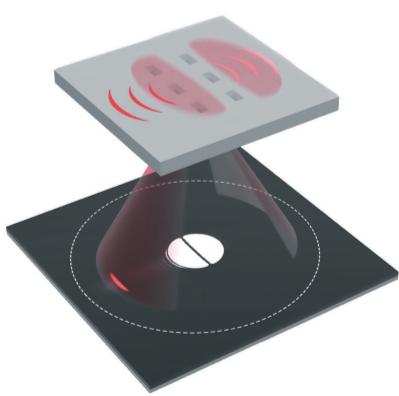
本报讯 6月16日，中国科大微纳光学与技术课题组在纳米位移光学测量研究方面取得重要进展。课题组鲁拥华副教授和王沛教授利用光学天线与空间结构光场相互作用实现了亚纳米位移的测量，研究成果发表于国际知名物理学期刊《物理评论快报》。

光学方法进行位移的精密测量具有精度高、非接触等特点，基于光场相干性进行纵向位移测量可以实现激光雷达、激光测距、微小震动测量等，在科学研究和工业生产中已经产生了重要而广泛的影响。然而，对于垂直于光

束方向的横向位移，常规的激光干涉方法无法进行有效的感知。

该课题组一直从事微纳光子学、表面等离激元光学、光场调控研究。该工作设计了一种耦合光学天线，利用非均匀空间结构光与光学天线的相互作用，实现对金属表面等离激元的非对称激发。光电子科学与技术安徽省重点实验室博士生臧天阳是论文第一作者，鲁拥华副教授和王沛教授为共同通讯作者。

（光电子科学与技术安徽省重点实验室物理学院科研部）



光学天线与光场相互作用的示意图

本报讯 6月24日，中国科大物理学院教授徐宁研究组在双组分材料体系的玻璃形成能力的研究中取得了重要进展。相关成果在线发表于《自然·通讯》。

玻璃是由单一原子或颗粒构成的体系，由于易结晶，其形成能力一般很差。化合物或不同组分组成的材料由于组成单元结构的复杂性以及在尺寸等方面的差异，可以形成几何结构阻挫来阻碍结晶，从而利于玻璃的形成。在众多玻璃形成体系中，较为简单的一类是由两种粒径不同的圆球构成的模型体系（简称双分散体系），研究表明，这种体系

的玻璃形成能力与两种组分的粒径比和占比有关。以往的研究主要基于几何阻挫（熵效应）来探讨影响玻璃形成能力的因素，能量效应对玻璃形成能力的影响讨论得较少。

徐宁研究组以双分散体系为研究对象，通过研究表明，表征非平衡体系性质的玻璃

形成能力与热力学平衡温度有潜在关联，从而建立了非平衡和平衡体系的联系。该研究同时给出了通过调节作用势的强弱来调控玻璃形成能力的新方案，并且指出，熔化温度和压强之间有好的线性关系的材料有利于玻璃的形成。（杨凡 桂运安）

本报讯 6月23日，我校郭光灿院士团队在延长硅基自旋量子比特寿命（弛豫时间）研究中取得重要进展。该团队固态量子计算研究组郭国平教授、李海欧研究员等人与中科院微电子所集成电路先导工艺研发中心王桂磊副研究员、美国加州大学洛杉矶分校姜弘文教授和美国纽约州立大学布法罗分校胡学东教授，以及本源量子计算公司合作，在国际上首次发现了硅基自旋量子比特弛豫的强各向异性：通过改变外加磁场与硅片晶向的相对方向，可以将自旋量子比特寿命提高两个数量级以上。该研究成果发表于《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网站“物理”以“冷却自旋弛豫的热点”为题，进行了精选报道。

硅基自旋量子比特以其超长的量子退相干时间，以及与现代半导体工艺技术兼容的高可扩展性，成为量子计算研究的核心方向之一。李海欧、郭国平等人通过制备高质量的Si MOS量子点，实现了自旋量子比特的单发读出，并以此测量技术为基础研究了外加磁场强度和方向对自旋量子比特弛豫速率的影响。

该工作得到了审稿人的高度评价：“这个工作对于阐明物理机制和解决寻找操控硅量子点中自旋自由度的最优工作点这种实际问题做出了重要贡献”；“该工作是系统研究自旋弛豫各向异性的代表性工作之一，并提供了新的研究自旋谷能级混合的方法”；“这个工作使得对自旋、谷和轨道等自由度的相互作用的物理理解被提高到了一个新的高度”。

郭国平教授、李海欧特任研究员为论文共同通讯作者，博士生张鑫、胡睿梓为论文共同第一作者，王桂磊副研究员提供硅基材料和8英寸工艺支持。（量子信息实验室）

首个新冠肺炎病毒感染者“无症状”全景研究发表

本报讯 近日，我校翁建平教授团队联合安徽省疾控中心，以及阜阳市、安庆市和六安市的一线诊治医院开展了新冠病毒感染者自然病程症状学动态变化特点研究。这是世界上首个基于完整人群监测数据的新冠病毒感染“无症状”情况调查。基于相关的研究结果，团队在国际上首次提出将“无症状感染者”划分为：“无症状携带者”，“入院前无症状感染者”和“康复期无症状感染者”。这一研究成果对新冠病毒感染者临床诊治和公共卫生防控政策制定具有重大的研究意义。

该研究成果6月23日在《National Science Review》（国家科学评论）在线发布。（附一院）

中国科大发现玻璃形成与热力学平衡温度有潜在关联