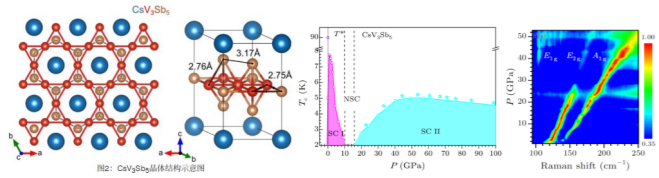


从编织篮到新型准二维钒基Kagome金属的前沿研究

近期，一个新型准二维钒基kagome金属 AV_3Sb_5 ($A = K, Rb, Cs$) 体系引起了国内多个课题组的共同关注，该体系是研究几何阻挫、非平庸拓扑能带以及多种电子序耦合与竞争的重要平台。 CsV_3Sb_5 在低温下2.5 K左右发生超导转变，同时在95 K发生类CDW的相变。STM表征发现手性电荷序的出现打破了时间反演对称性，可能在CDW相变温度以下诱导出巨大的反常霍尔效应。此外，ARPES以及第一性原理计算表明该体系在Fermi面附近存在着Z2拓扑不变量的非平庸能带结构。 CsV_3Sb_5 中的类CDW相变和超导电性开展了大量的理论和实验研究，取得了一系列重要成果，对揭示该体系中奇特特性的关联作用具有重要价值。



至此我们不难看出几何、关联和拓扑之间的相互依赖关系是解决凝聚态物理领域很多棘手问题的关键。推动这一前沿领域的进展直接有助于增进我们对量子物质机理理解和量子材料的应用，推动量子信息科学和能源相关技术研究。而 CsV_3Sb_5 因其不同寻常的晶格几何结构，蕴含了包括几何阻挫、强关联以及拓扑电

子态等丰富的物理特性，成为研究几何、关联和拓扑之间的相互依赖关系的理想平台，为新奇电子序和电子序之间的关联研究提供一片沃土。

PPMS综合物性测量系统是在极低温、强磁场环境下开展对此类材料研究的有力工具，在以上的诸多测量数据中都能看到它的身影。迄今为止国内各科研单位课题组安装的PPMS综合物性测量系统以及最新的无液氦型号DynaCool已达到近240余套，其极低温和强磁场环境下集成了全自动的磁性、电学、热学甚至形貌观测等各种物性测量手段。通过切换不同选项，可实现对像 CsV_3Sb_5 这样具有丰富的新奇物性材料的多角度、深层次、全方位探究。Quantum Design助力您紧跟研究热点，实现最便捷的综合物性的测量。



PPMS精彩案例分享 | 定制化运输测量为量子材料研究提供有力手段!

电输运性质是材料最基本的物理属性之一，量子材料新奇宏观物理效应如Shubnikov-de Haas (SdH) 量子振荡、量子霍尔效应、反常量子霍尔效应等，都需要通过电输运测量来研究。此外电输运测量也是一种最广泛、最有力的研究手段，通过调控外界参量（如温度、磁场、压力等）和材料属性（如掺杂浓度、薄膜厚度等），可实现材料输运性质的可控调节，从而进一步揭示宏观物性背后的微观机理。Quantum Design公司的综合物性测量系统PPMS电输运选项为用户的输运测量提供了一个高效稳定可拓展的平台，助力用户获得高质量数据。

Mn掺杂Dirac半金属 Cd_3As_2 的可调SdH量子振荡研究

中科院金属所张志东、刘伟研究组及其合作单位对不同Mn掺杂浓度的拓扑Dirac半金属 $(Cd_{1-x}Mn_x)_3As_2$ 的SdH量子振荡特性展开系统研究，发现SdH振荡规律随掺杂浓度显著变化，说明材料费米面位置严重依赖Mn掺杂浓度，此外Mn原子在Dirac半金属中诱发了反铁磁性，因而可通过控制反铁磁序参量来调控材料拓扑性质^[1]。

电场调控大掺杂浓度铋氧化物Mott绝缘体的电子相图研究

元素掺杂可以实现对材料输运性质的调控，但受化学互溶性限制，载流子浓度调控一般在很小范围（几个%）。相较之下，栅压电场调控载流子浓度具有更多优势，原则上它可以在不影响材料有序程度的基础上可控可逆的改变载流子浓度，且不受互溶

度限制，可以较大程度影响载流子水平。

清华大学物理系于浦教授课题组及合作者通过电场调控下的电输运研究，首次刻画了大掺杂浓度范围内铋氧化物Mott绝缘体的电子态的演化情况，全面描绘材料的电子相图，对关联材料的研究具有广泛启发性意义^[2]。

二维磁性纳米片 $CrSe_2$ 的层厚依赖可调磁序研究

除载流子浓度调控获得可调输运性质之外，低维量子材料物性的层厚依赖也是一个重要的研究方向。湖南大学段曦东教授及其合作单位在对二维磁性纳米片 $CrSe_2$ 的研究中发现，性质稳定的 $CrSe_2$ 纳米片可以很容易生长到无悬挂键的 WSe_2 衬底上，其厚度可以可控地调节到单层极限。性质稳定、厚度可调的 $CrSe_2$ 纳米片将在极大程度上拓展二维磁性材料的实际应用前景，有望用于构建高自旋注入效率的自旋电子器件^[3]。



聚焦新品，低温致胜！全新一代极低温强磁场拉曼显微镜cryoRaman正式亮相

近期，国际知名低温显微镜领域制造商attocube systems AG公司与拉曼显微成像创新公司WITec GmbH联合推出极低温拉曼显微镜cryoRaman。该低温拉曼成像系统集成了attocube公司领先的低温恒温器和纳米定位器技术，同时设备结合了具有高灵敏度、模块化特色的WITec公司的alpha300相关显微镜系列。自此，实现了极低温拉曼成像在强磁场中的高效应用，并且拉曼成像具有无与伦比的空间分辨率。

cryoRaman的推出旨在应对现有和新出现的挑战。设备包含可见光到近红外光波段激发波长优化的光谱仪、1.6K至300K的工作温度、高磁场和获得专利的低温拉曼专用物镜以及非常精密的压电扫描台。“我们已经看到，人们对低温拉曼光谱的兴趣迅速增长，并扩展到最初的石墨烯和碳纳米管研究热点之外，” attocube公司低温部门的Florian Otto这样介绍cryoRaman。“我们决定与WITec一起解决用户日益多样化的实验要求。cryoRaman成功实现与满足了用户对低温化学特性表征使用界面友好性、灵活性方面的需求。”

新型低维材料的相变和新特性的研究具有重要意义，这些研究使得cryoRaman的高磁场选项更具应用价值。单轴超导磁体（最大可高达12T）或矢量磁体是研究过渡金属二卤化物（TMD）和范德瓦尔斯异质结的理想实验条件，也可以帮助确定不同温度和磁

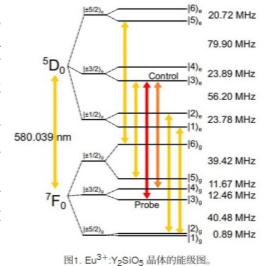
场下光致发光的特性。cryoRaman可选模块包括软件控制激光器功率调节，多波长激发能力，自动切换单点光谱测量与光谱成像、自动光谱仪校准光源和例行程序、以及时间相关单光子计数（TCSPC）模式。

除此之外，attocube和WITec公司在研发低温拉曼显微镜时还引入了一对独特的功能：能够检测低波数拉曼峰，并在激发探测过程中实现全偏振控制。“研究人员在低温环境中观察材料时，希望尽可能接近激发波长，同时他们对偏振测量非常感兴趣，” WITec公司联合创始人兼总经理Olaf Hollricher这样评价。“为了满足这些要求，我们开发的功能是目前市场所不具有的。事实上，它的成像能力、低温、集成度、性能以及对新来者或专家们，cryoRaman都是独树一帜的。”



中科大团队成功实现“储光”1小时，刷新世界纪录60倍

光纤中的光子损耗阻碍了量子信息在陆地上的长距离传输分布，由此，量子中继器被提出来解决这个问题。但是由于量子中继器的系统复杂性以及有限的通信距离，可行的解决方案包括可移动量子存储器和配备量子存储器的卫星，其中长寿命的光学量子存储器是实现全球量子通信的关键组件。



2015年澳大利亚国立大学团队在一阶塞曼效应为零（ZEFOZ）的磁场下，观察到掺铕硅酸钇晶体（ $Eu^{3+}:Y_2SiO_5$ ）的核自旋相干寿命长达6小时。迄今为止，在87Rb原子和 $Pr^{3+}:Y_2SiO_5$ 晶体中实现的最长光存储时间约为1分钟。近期，中国科学技术的郭光灿院士团队在光量子存储领域取得重要突破。该团队李传锋、周宗权研究组将相干光的存储时间提升至1小时，刷新了2013年德国团队光存储1分钟的世界纪录。该成果已发表在《自然·通讯》上^[1]。

中科大课题组结合理论预言首次实验测定掺铕硅酸钇晶体在ZEFOZ磁场下的完整能级结构。研究组结合了原子频率梳（AFC）量子存储方案以及ZEFOZ技术，成功实现了光信号的长寿命存储。为了在ZEFOZ领域实现光存储，了解基态和激发态的能级结构是解决问题的先决条件。课题组使用连续波拉曼外差探测（RHD）获得了ZEFOZ中的基态共振信息。实验确定的能级结构如

图1a所示。实验装置示意图如图1b所示，样品被放在低温恒温器内（温度1.7K），磁场强度被设定为1.28特斯拉。样品放置于低温倾斜台上，低温倾斜台的倾角精度达到千分之二度。探测和泵浦光在进入低温恒温器之前通过单模光纤（SMF）和光纤准直器（FC）发出。

实验中光信号首先被AFC吸收成为铕离子系综的光学激发，接着被转移为自旋激发，经历一系列自旋保护脉冲操作后，最终被读取为光信号，总存储时间长达1小时（见图3）。通过加载相位编码，实验证实经历了1个小时存储后，光的相位存储保真度高达 $96.4 \pm 2.5\%$ 。结果表明该装置具有极强的相干光存储能力以及用于量子态存储的潜力。

文章中，作者使用了德国attocube公司的attoDRY系列低温恒温器来实现样品在极低温条件下的光量子存储。该课题组的工作为基于长寿命固态量子存储器的大规模量子通信带来了光明的前景。

