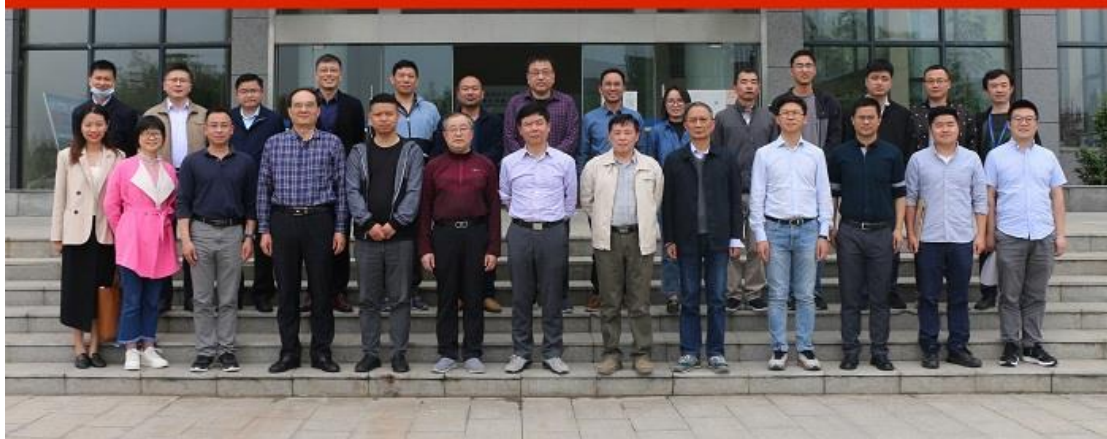


国内外强磁场实验室 科研动态

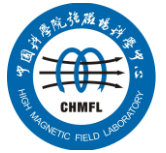
2022 年第二季度

合肥综合性国家科学中心“强光磁集成实验装置关键技术预研”项目年度评审会



中国科学院强磁场科学中心

2022/7/18



前 言

本科研动态的宗旨是为强磁场领域的科研技术人员提供国际上最新的科研成果以及各强磁场实验室发展动向，每季度发布一期。以下是美国、欧洲、日本和中国的强磁场实验室简介。

美国国家强磁场实验室

National High Magnetic Field Laboratory 又称 MagLab，是目前世界上规模最大，实验设施最全，用户最多的强磁场实验室。其稳态场部分位于 Tallahassee，脉冲场部分位于 Los Alamos，另有一个 high B/T 组位于 Gainesville。MagLab 于 1994 年建成并不断升级改造，创造并保持了多项世界纪录。

欧洲强磁场实验室

European Magnetic Field Laboratory (EMFL) 是由法国 Grenoble 的稳态场、Toulouse 的脉冲场、荷兰 Nijmegen 的稳态场以及德国 Dresden 的脉冲场实验室于 2015 年组合而成，有统一的用户申请入口。

日本强磁场实验室

日本的强磁场实验室没有整合在一起。比较著名的实验室有东京大学的 MegaGauss 实验室，东北大学的超导材料高场实验室 (HFLSM) 和 NIMS 的筑波磁体实验室 (TML)。

武汉脉冲强磁场科学中心

武汉的强磁场实验室隶属于华中科技大学，全称为国家脉冲强磁场科学中心(筹)，其磁体装置 2014 年通过国家验收，建有 12 个三种类型的系列脉冲磁体，最高场强达到 90.6 T，位居世界第三、亚洲第一。

中国科学院强磁场科学中心

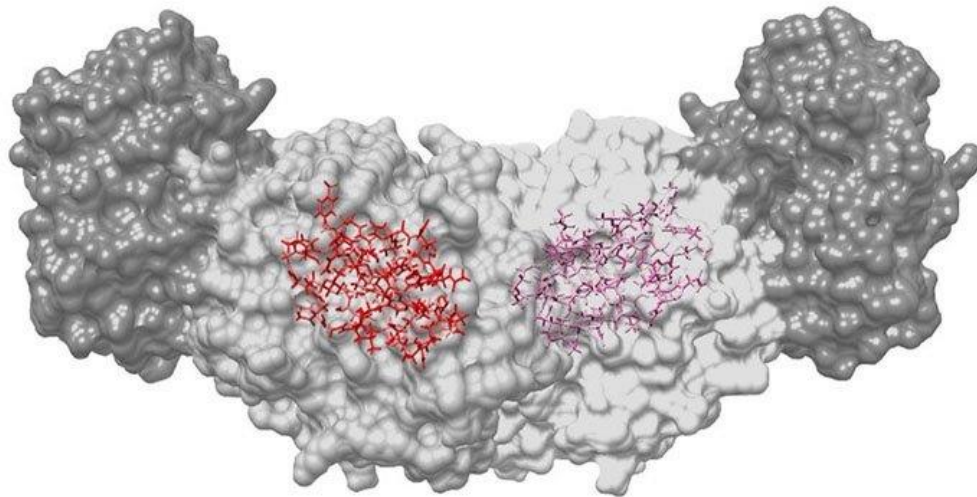
中国科学院强磁场科学中心位于合肥科学岛，其建设的稳态强磁场实验装置 2017 年通过国家验收，是世界上仅有的两个稳态磁场超过 40T 的实验室之一。稳态强磁场实验装置有 3 台水冷磁体创造世界纪录，混合磁体最高磁场达到 42.9T，磁体技术和综合性能处于国际领先地位。

科 研 动 态

1. 美国国家强磁场实验室

● 35.2T 的酶活性位点成像

许多结构探针无法确定氢原子的位置，从而限制了它们构建分子真实图像的能力。加州大学河滨分校和 MagLab 的科学家通过结合强磁场（35.2T）固态核磁共振、X 射线晶体学和计算化学技术，揭示了色氨酸合酶活性化学位点的全部原子细节。这种新的化学解决方案有助于开发针对这些位点的新疗法。

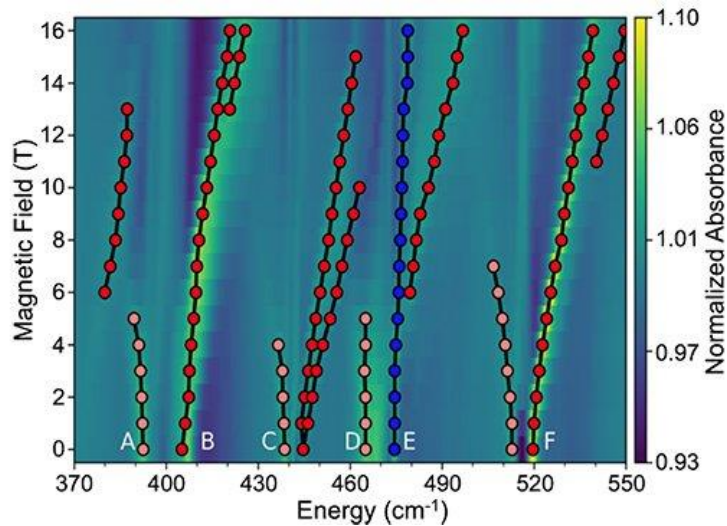


Cite: J. B. Holmes, et al. PNAS 119, e2109235119 (2022)

装置：串联混合磁体

● 分子磁体中的振动耦合

强磁场下的远红外测量揭示了含有单个磁性 Yb 离子的分子中电子和振动自由度之间耦合的微观细节。结果表明，可能的振动模式中相对较小的子集与 Yb 离子的磁矩强烈耦合。



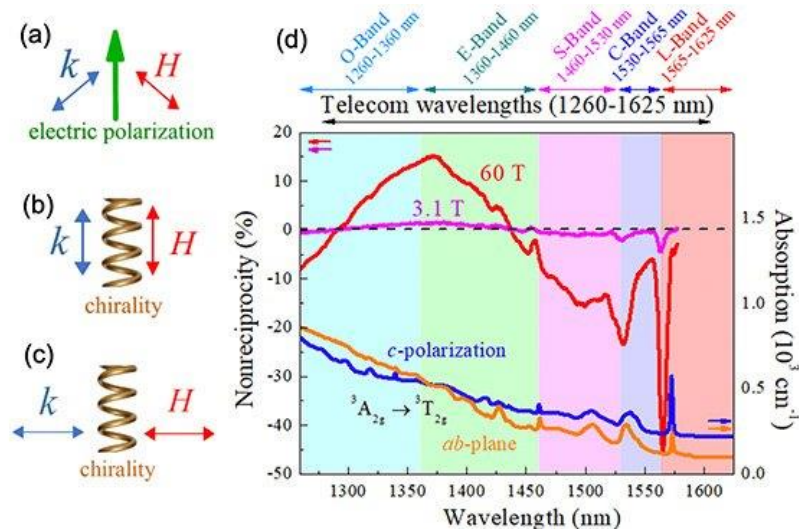
这类磁性分子之所以令人感兴趣，是因为它们在下一代纳米级信息技术中的潜在用途。与 Yb 离子的磁矩强烈耦合的分子振动支配其弛豫过程，直接影响分子磁态编码的信息丢失。有了这些知识，科学家可以设计出与磁矩振动耦合较弱的优质分子，从而增强材料的信息存储潜力。

Cite: J. G. C. Kragoskow et al. Nature Commun. 13, 825 (2022)

装置：超导磁体（红外-THz）

● 电信波长的单向光学透明度

对称性在确定材料的性质方面起着至关重要的作用。通常，如果您将光线向前或向后照射通过材料，则光透射率是相同的。当对称破缺时，可以观察到有趣的“光学二极管效应”。 Ni_3TeO_6 的单向透明性是对称破缺的后果之一。 Ni_3TeO_6 是一种同时具有手性和极性的磁体。利用强大的脉冲场，研究人员揭示了其单向透明性。这种效应发生在非常有用的电磁频谱范围内，为光纤通信中的光子应用铺平了道路。



Cite: [K. Park et al. npj Quantum Mater. 7, 38 \(2022\)](#)

装置：脉冲磁体

● 应对先进超导体的供应链挑战

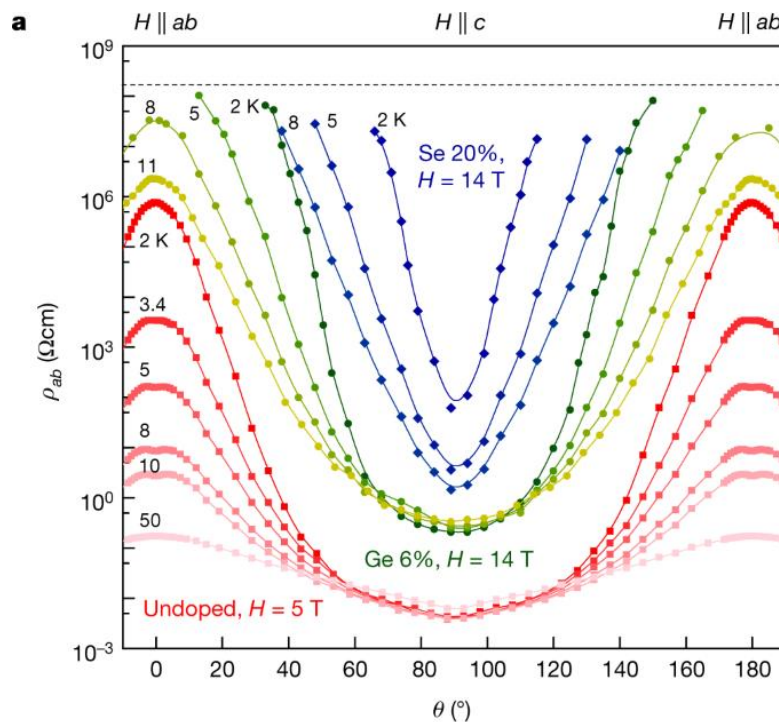
大科学设施的项目负责人、公司首席执行官、航空航天、聚变和医疗领域的技术开发人员、原材料供应商、大学教师和国家实验室项目负责人（包括 MagLab 的代表）于 2022 年 3 月汇聚一堂，共同分析先进超导体的供应链面临的挑战并提出解决方案。会议确定了公私合作伙伴关系的关键要素，这些要素构成了为磁体技术制造先进超导体的商业模式。

以先进超导体为基础的磁体技术建成了大型科学设施（如 MagLab），成就了医学成像和聚变能等行业。这些新开发的制造商业模式旨在解决经济生态系统的复杂性，这些复杂性决定了先进超导体如何出现并成功解决任何“死亡谷”挑战，直到市场驱动的需求能够支持制造。

2. 欧洲强磁场实验室

● 铁磁节线半导体中的庞角磁阻

德国强磁场实验室用户已经证明，磁性半导体中自旋极化带的拓扑节线筒并可以在磁输运中引起极大的角度依赖性——庞角磁阻。研究结果表明，磁性节线半导体是实现极其敏感的自旋和轨道相关功能的有前途的平台。



在铁磁节线半金属中，包括先前报道的 Fe_3GeTe_2 、 $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ 和 Co_2MnGa ，费米能级附近的自旋极化带的带交叉点受到晶体对称性的保护，并在动量空间中形成一条线。当考虑自旋轨道耦合 (SOC) 时，SOC 间隙 (Δ_{soc}) 的打开和关闭由沿某个晶轴固定的轨道角动量 (L) 与自旋方向 (S)，可通过外部磁场旋转。如果自旋极化导带或价带具有拓扑节线筒并性，则预计铁磁半导体中会出现相关但不同的行为。在这种铁磁节点线半导体中，SOC 提升了能带筒并性并将能带之一向费米能级推 $\Delta_{\text{soc}}/2$ ，这取决于 L 和 S 的相对方向。因此，当带隙 Δ 和 Δ_{soc} 相当时，自旋旋转通过外部磁场极大地调制带隙并因此电荷传导，

导致了庞角磁阻。

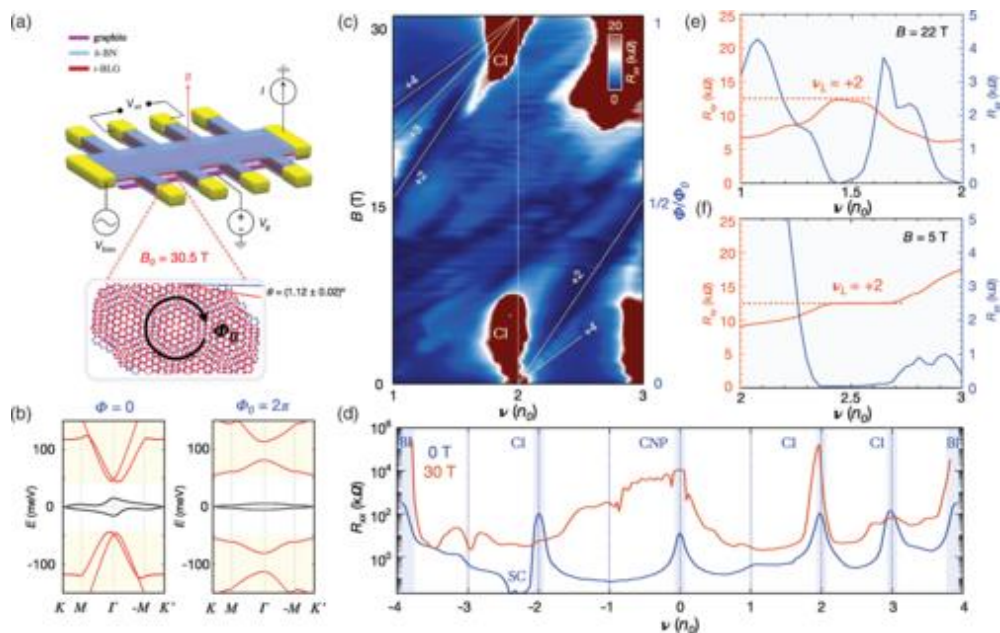
研究人员成功地证明了自插入层状亚铁磁体 $Mn_3Si_2Te_6$ 的这种为，无论是未掺杂的还是掺杂有 Ge 和 Se 的。由此产生的角磁阻随磁化方向旋转的变化超过每弧度万亿分之一。值得注意的是，产生的角磁阻完全由自旋控制。脉冲场测量显示，在至少 70T 以下没有场致相变。

Cite: J. Seo, et al. Nature 599, 576–581 (2021)

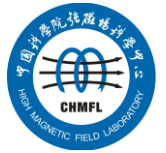
装置：脉冲磁体

● 扭角双层石墨烯中 2π 磁通量的重入相关绝缘体

近年来，在扭角双层石墨烯（MATBG）的平带中，相关绝缘体、超导体、磁态、陈绝缘体、奇异金属、反常量子霍尔效应等不同的相互作用相得到了广泛的研究。然而到目前为止，强磁场 Hofstadter 谱仍未被探索。



在这项工作中，西、美、日、法的国际团队研究了高达 31T 的外部磁场下 MATBG 器件在扭转角 $\theta \sim 1.12^\circ$ 时的详细磁输运行为。该磁场对应于每个莫尔晶胞一个磁通量子 Φ_0 。他们解决了 Hofstadter 谱从零场到 Φ_0 的连续演变。在



Φ_0 处观察到平带的某些整数填充处的重入相关绝缘体和相互作用驱动的费米面重建，这可以通过新的朗道能级的出现来证明。此外还研究了高能 passive 带中丰富的相互作用重建 Hofstadter 谱等。

Cite: I. Das, et al. Phys. Rev. Lett. 128, 217701 (2022)

装置：水冷磁体

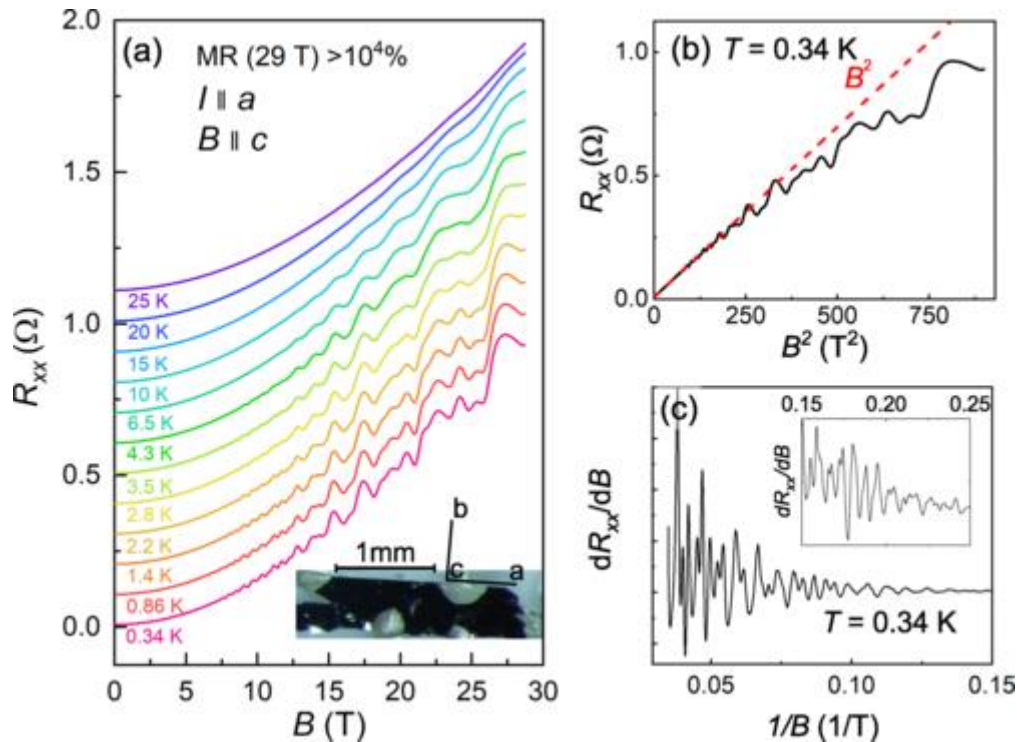
● **WTe₂ 量子振荡研究中的嵌套磁击穿**

荷兰强磁场实验室研究了半金属 WTe₂ 的高场电子传输特性。在量子振荡测量中，他们揭示了费米面嵌套口袋之间电荷载流子的特殊磁击穿轨迹。

WTe₂ 是一种具有非凡性能的材料。在弱范德华相互作用的约束下，可以剥离成单层，从而出现超导和量子自旋霍尔效应等现象。在块体形式中，其电阻在强磁场下增加了 107% 以上。此外，其块材也被确定为 II 型 Weyl 半金属，这基本上意味着它的电子能带形成倾斜的狄拉克锥，从而产生含有高迁移率电荷载流子的电子和空穴口袋。在量子振荡测量中，观察到的 $1/B$ 周期振荡频率与费米面特定口袋的极值面积成正比，从而确定电荷载流子的关键特性，如有效质量、量子迁移率和性质（电子或空穴）。

在强磁场中，会发生磁击穿（MB）现象，这本质上是费米面不同口袋之间电荷载流子的隧穿。在量子振荡测量中，MB 轨道的特征在于不同口袋的各个区域（频率）的总和。通过测量源自不同倾斜角和温度的 MB 轨道的量子振荡，并将其与能带结构计算进行比较，发现 WTe₂ 的费米面可以在嵌套的电子费米面模型中解释，空穴袋，即 WTe₂ 中的电子袋和空穴袋以完全相同的方式相互配合。与其他金属系统 MB 只与所施加磁场的强度相关不同，WTe₂ 的 MB 开

启完全由杂质散射决定。此外，这种材料中的 MB 现象在改变磁场方向时仍然存在。



Cite: [J. F. Linnartz, et al. Phys. Rev. Research 4, L012005 \(2022\)](#)

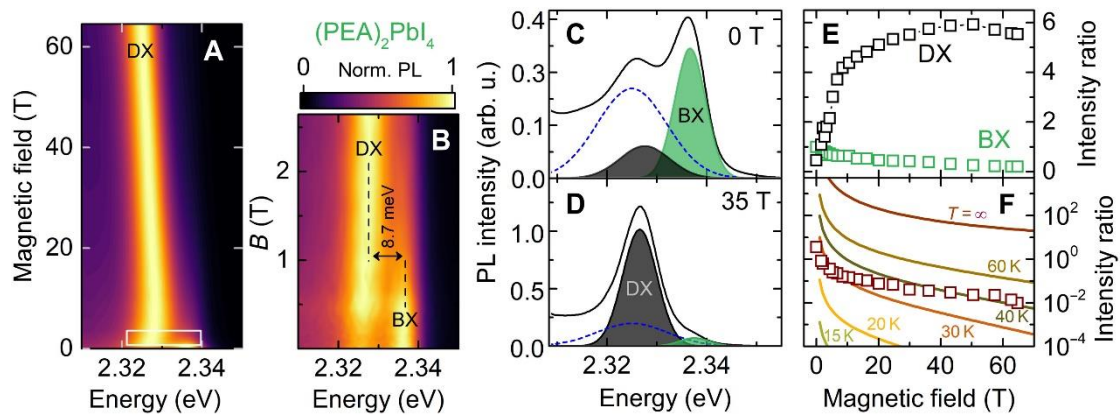
装置：水冷磁体

● 2D 钙钛矿中暗激子的增亮

光学惰性暗激子态在半导体的发光过程中起着重要作用，因为它们提供了一个有效的非辐射复合通道。因此，了解在发光器件中具有潜在应用的材料中的激子精细结构至关重要，并且在设计阶段必须考虑到未来光电器件的确定性发展。然而，在二维钙钛矿（一种具有出色光学性能的混合有机-无机材料系统）的情况下，缺少有关激子精细结构的详细信息。

法国脉冲场实验室的用户通过在强磁场中进行光谱测量指出，这类材料中暗激子是最低的激发。面内磁场混合了亮和暗激子态，使原本不具有光学活性

的暗激子变亮。尽管暗激子是二维钙钛矿中最低的激发，但这些材料即使在低温下也表现出强烈的光致发光发射和高量子产率。



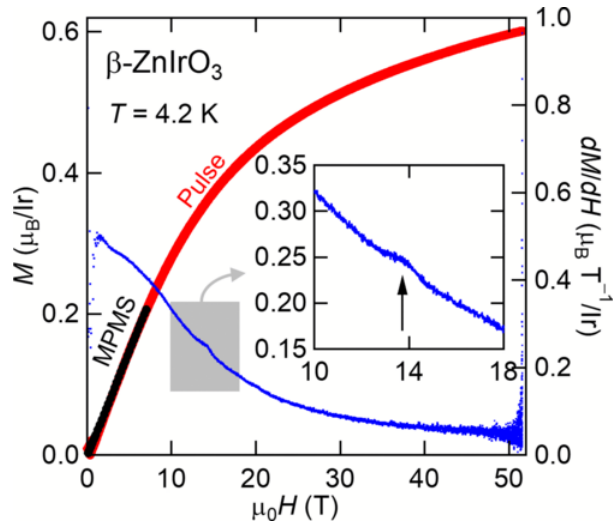
Cite: [M. Dyksik, et al. Science Advances 7, eabk0904 \(2021\)](#)

装置：脉冲磁体

3. 日本强磁场实验室

- 超蜂窝 Kitaev 磁体 $\beta\text{-ZnIrO}_3$ 中的量子顺磁性

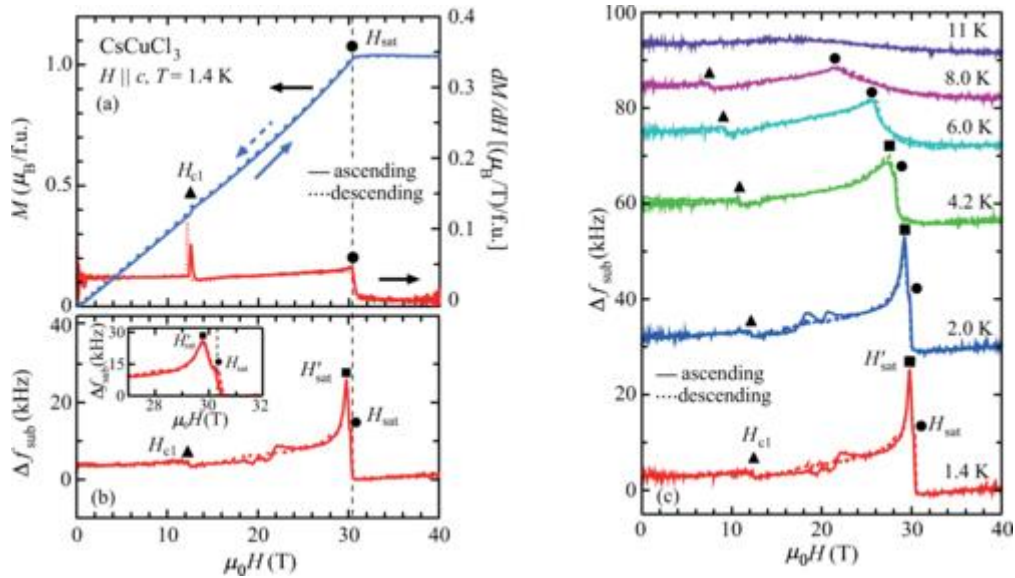
通过拓扑化学反应合成了超蜂窝状铱酸盐 $\beta\text{-ZnIrO}_3$ 的多晶样品，并对其结构、磁性和热力学性质进行了研究。磁化强度和热容量数据显示至少低至 2K 不存在长程磁序。通过磁化率的温度依赖性探测的正居里-外斯温度 $\theta_w \sim 45\text{K}$ 表明 Kitaev 相互作用占主导地位。这些观察表明可能已经实现了量子自旋液体。此外，在没有磁场效应的情况下，对热容量的线性温度依赖性贡献的观察证明了无间隙激发。这些事实令人惊讶地与晶体学分析所证明的化学无序相反。通过讨论二维和三维 Kitaev 磁体中 Z2 通量大小效应的差异，提出一种隐藏机制来保护量子自旋液态免受化学无序的影响。



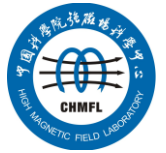
Cite: *Y. Haraguchi, et al. Phys. Rev. Materials 6, L021401 (2022)*

装置：脉冲磁体

● 通过 PDO 无接触测量探索三角晶格反铁磁体 CsCuCl₃ 的磁场和压力相图



使用接近探测器振荡器 (PDO) 在高达 51T 的磁场 ($\mu_0 H$) 中检查压力 (P) 对 CsCuCl₃ 磁化率的影响，并在饱和场上构建 CsCuCl₃ 的 H-P 相图。研究人员发现，随着 P 的增加，饱和场增加并且在 P=0.7GPa 出现的 $\uparrow\downarrow$ 相展宽。基于实验和计算的 H-P 相图之间的比较，预测 Y 相出现在 1.7GPa 以上。ab 平面中的链间反铁磁交换相互作用随着 P 的增加而增加，这与先前在高压下的研究一致。



此外, $P=0.6\text{GPa}$ 在饱和场下方观察到的异常, 可能是由 PDO 技术引起的非线性响应衍生的新相变。

Cite: K. Nihongi, et al. Phys. Rev. B 105, 184416 (2022)

装置: 脉冲磁体

4. 武汉脉冲强磁场科学中心

● 国家重大科技基础设施脉冲强磁场实验装置优化提升项目可行性研究通过教育部评审

6月13日, 教育部组织召开国家重大科技基础设施脉冲强磁场实验装置优化提升项目可行性研究部门评审会。会上, 专家组一致同意项目可行性研究报告通过部门论证。

本次评审专家包括中国科学院物理研究所沈保根院士、中国科学技术大学何多慧院士、中国科学技术大学陈仙辉院士、中国工程物理研究院邓建军院士、武汉大学徐红星院士、中国科学院上海高等研究院赵振堂院士、中国科学院近代物理研究所赵红卫院士、浙江大学严密教授、哈尔滨工业大学李立毅教授、核工业西南物理研究院刘永研究员、中国科学院等离子体物理研究所武松涛研究员。沈保根院士任专家组组长。

会议采取线上线下相结合方式进行, 教育部科技司副司长张国辉, 湖北省发改委二级巡视员蔡铂, 武汉市发改委和东湖高新区相关负责人, 校领导尤政、解孝林, 潘垣院士、樊明武院士、程时杰院士, 项目总工程师、中科院电工所王秋良院士, 项目首席科学家、北京大学王恩哥院士, 中科院精测院叶朝辉院

士、刘买利院士，北京大学谢心澄院士，项目参建单位中科院电工所，以及复旦大学、南京大学、中国国际工程咨询有限公司和山东建鲁智华咨询公司等 12 家单位的 60 余人参会。

专家组听取并审议了项目可行性研究报告，经质询、讨论，认为项目建设目标明确，建设方案先进、可行，地方配套经费、建设选址、公共配套设施等条件已落实，一致同意项目可行性研究报告通过部门论证，建议尽快报送国家审批。

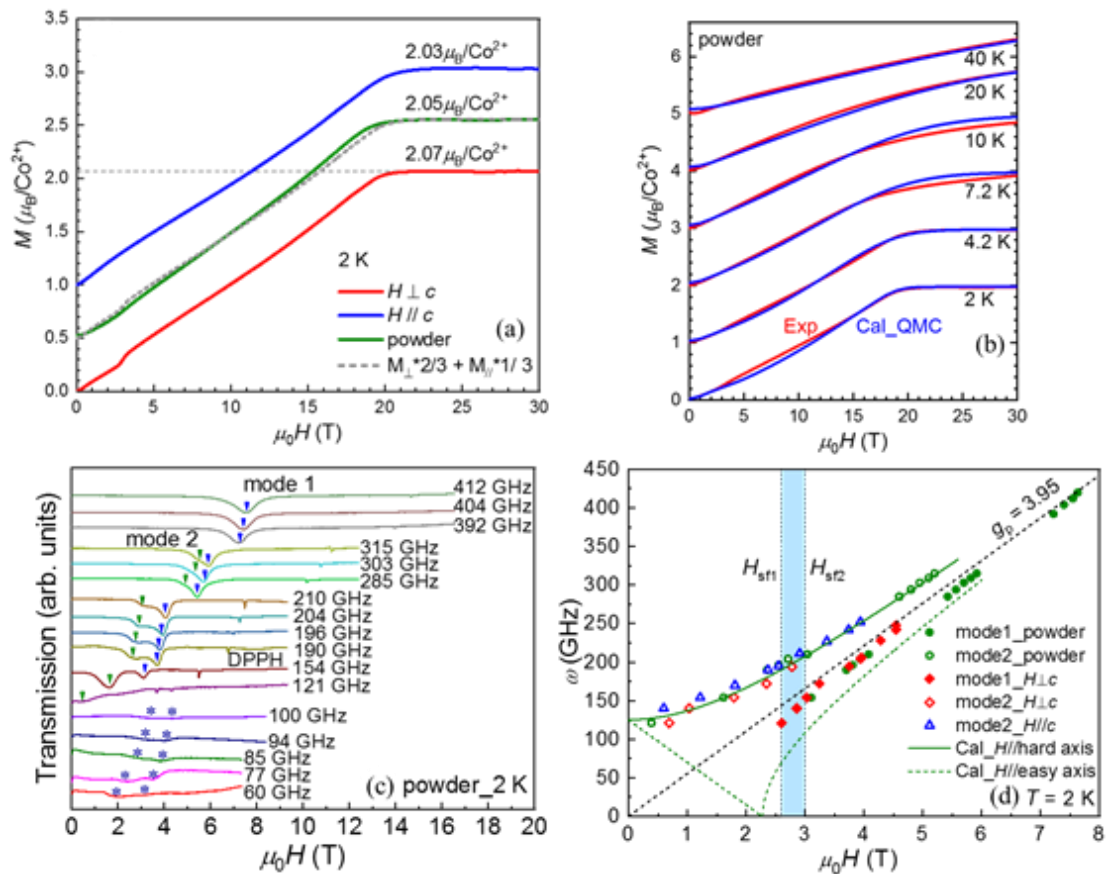


● ESR 团队在二聚链化合物的强磁场 ESR 研究上取得新进展

$S=1/2$ 的二聚体磁性材料因二聚体间相互作用和自旋阻挫的存在而展现出许多新奇的磁现象，比如 BEC、量子磁化平台、超固态、条纹相等。最近，ESR 团队利用水热法成功制备了 $\text{BaCo}_2(\text{SeO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 单晶，结构分析表明该化合物拥有二聚体线性链结构。利用 30T 的强磁场磁化和 ESR 测量，系统地研究了该化合物的磁性。结果表明，该化合物的有效自旋为 $1/2$ ，反铁磁有序温度为 $T_N=7.6\text{K}$ 。当外磁场平行于 ab 面时，在 2.6–3.0T 磁场范围内观察到一个自

旋-翻转转变，说明化合物存在易轴各向异性；随后，磁化强度随着外加磁场的增加呈线性增加，且在 22T 附近达到饱和。利用精确对角化和量子蒙特卡洛方法对磁化曲线进行模拟，获得了主要的交换作用参数，并解释了体系的磁学行为。研究表明，尽管 $\text{BaCo}_2(\text{SeO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 在结构上包含由二聚体构成的一维链，但是二聚体链之间存在着不可忽略的交换相互作用，因此，磁学上是三维有序的反铁磁体。这项工作为研究耦合的自旋二聚体材料提供了新的认识。

中科院强磁场科学中心的童伟研究员为该工作提供了 X 波段 EPR 测量。



Cite: [X. C. Liu et al. Phys. Rev. B 105, 134417 \(2022\)](#)

装置：脉冲磁体



5. 中科院强磁场科学中心

● 合肥综合性国家科学中心“强光磁集成实验装置关键技术预研”项目年度评审会召开

5月10日，由中国科学院合肥物质科学研究院承担、匡光力研究员负责的合肥综合性国家科学中心“强光磁集成实验装置关键技术预研”项目年度评审会在合肥召开。此次会议采取线上和线下相结合的方式举行。

安徽省发改委合肥综合性国家科学中心工作处处长朱的娥，合肥市发改委综合性国家科学中心项目推进处处长张杰、副处长李辰，合肥市财政局教科文处处长陈利丽出席会议。中国科学技术大学张其锦教授和贾启卡研究员、合肥通用机械研究院教授级高工李小瓯、安徽大学汪卫华教授、合肥师范学院黄虹教授作为项目评审专家受邀参会。合肥研究院科学中心与基础设施处处长张寿彪、副处长伍德侠，财务处主管以及强光磁预研项目指挥部成员和项目骨干成员参加会议。会议开幕式由张寿彪主持。

张寿彪代表合肥研究院对来访的各位领导、专家以及线上参会的领导表示热烈欢迎，对安徽省和合肥市对强光磁预研项目的大力支持表示衷心感谢，并简要介绍了项目一年多以来的阶段性进展。合肥市发改委李辰副处长介绍了本次会议的评审背景和要求，机关纪委工作人员对评审纪律提出了要求。会议现场，项目总经济师盛志高研究员代表项目组从项目背景和意义出发，分别就项目主要进展、阶段成果、经费执行情况以及下一步工作计划等方面内容进行了全面的汇报。

与会专家仔细听取项目的年度进展汇报并查阅相关材料，经过认真质询与讨论，一致认为强光磁集成实验装置预研项目组织有力，完成了第一年度建设

内容；建议在下一步实施过程中加强工程指标提高的相关理论和技术成果的总结以及自筹经费的筹措，充分考虑相关风险的应对措施。

合肥综合性国家科学中心“强光磁集成实验装置关键技术预研”项目年度评审会



● 强磁场科学中心召开 SHMFF2022 年用户委员会会议

5月27日，强磁场科学中心召开稳态强磁场实验装置（SHMFF）2022年用户委员会会议，来自中科院物理所、电工所、半导体所、强磁场科学中心，北京大学、复旦大学、上海交通大学、中国科学技术大学、南京大学、浙江大学、华中科技大学、吉林大学、东南大学、西北工业大学、厦门大学、重庆大学、兰州大学、东北大学、上海大学、安徽大学以及西北有色金属研究院等单位的30余位SHMFF用户委员会委员参会。会议采取线上线下相结合的方式，由强磁场科学中心主任孙玉平主持，报告及研讨环节由SHMFF用户委员会主任、中国科学技术大学谢毅院士主持。

合肥研究院副院长王俊峰首先致辞，他说稳态强磁场实验装置是公共实验设施，遵循“明确目标、加强计划、高效运行、开放共享”的原则对用户开放、提供强磁场实验条件是责任和义务。他殷切希望用户委员会及各位专家多提宝贵意见和建议，让装置多出成果、出好成果、出大成果。

中心副主任皮雳作稳态强磁场实验装置运行报告，磁体运行与实验测量部主任陆轻铀详细介绍了稳态强磁场实验装置实验条件。中国人民大学雷和畅教授、上海交通大学张良研究员、中国科学技术大学高超副教授作为特邀专家分别作题为《Topology, correlation and superconductivity in kagome metals》、《脂肪酸生物合成的化学生物学研究》、《人工光合成中的催化活性基元设计》的用户报告。

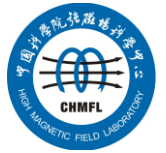
与会专家随后展开广泛讨论，在用户需求与实验条件发展、疫情影响下的开放共享、拓展用户群体、对外宣传等方面为稳态强磁场实验装置的发展提出了诸多宝贵的意见和建议。

中心主任孙玉平在总结中感谢与会专家提出的意见和建议，他同时强调，稳态强磁场实验装置要继续为用户做好各方面服务，争取产出更多高水平成果。



● 强磁场中心在强磁生物安全和神经行为学研究方面取得新进展

近日，中科院合肥研究院强磁场中心张欣课题组依托稳态强磁场实验装置 (SHMFF)，利用自主搭建的强磁生物学研究平台，开展了高达 33.0 T 的稳态



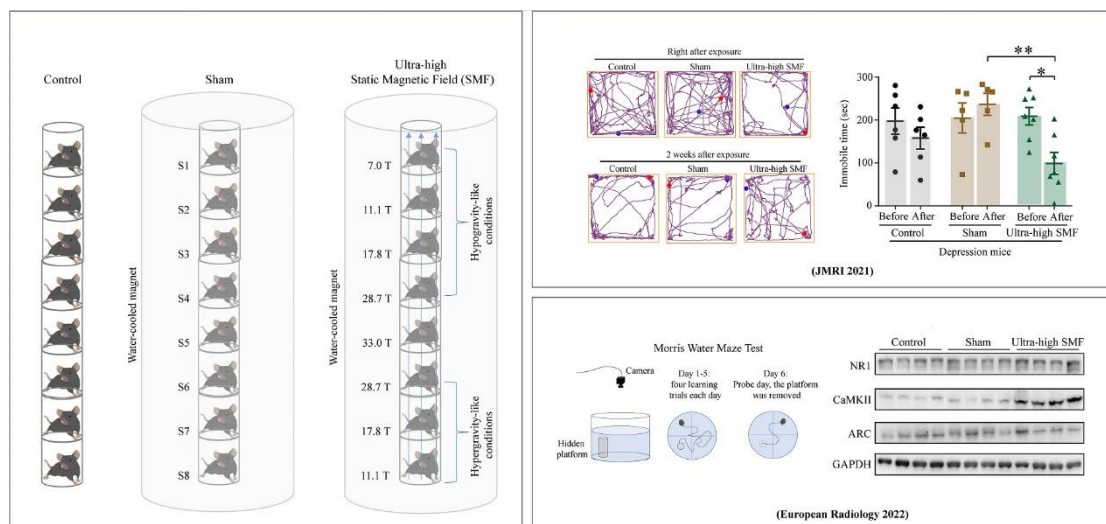
强磁场生物安全性和神经行为学影响的研究。在国际上首次报道了 30 T 级稳态强磁场对健康小鼠的生理安全性以及 20 T 和 30 T 级稳态强磁场对小鼠神经行为学影响。相关成果相继发表在核磁共振成像领域国际期刊《磁共振成像杂志》(Journal of Magnetic Resonance Imaging, JMRI) 和《欧洲放射学》(European Radiology), 并获得国际专家的两篇专文点评和高度评价。

近年来, 高场磁共振成像 (Magnetic Resonance Imaging, MRI) 因具有高分辨率的显著优势而发展迅速。7 T MRI 已获批进入临床, 21.1 T MRI 也成功用于啮齿类动物的实验研究。但 20 T 以上强磁安全性研究仍然十分缺乏, 30 T 以上相关研究则处于空白。

张欣课题组在前期 3.5-23.0 T 稳态强磁场生理安全性研究的基础上 (Neuroimage 2019), 进一步提高了磁场强度并缩短了暴露时间, 将健康 C57BL/6J 小鼠暴露于 7.0-33.0 T 强稳态磁场中 1 小时之后常规饲养 2 个月。发现磁场暴露组小鼠的少数指标略有变化, 但均未超出正常范围, 大多生化指标、血常规及重要器官的组织形态均无明显改变。同时, 在磁场暴露后的 2 个月之内, 通过多种行为学检测发现, 稳态强磁场可以提升小鼠社交能力、改善其焦虑情绪, 并提高空间记忆力。这种神经认知改善效应也在 3.5-23.0 T 磁场暴露 2 小时的健康小鼠的行为学研究中得以体现, 并发现这可能与小鼠海马组织中的钙/钙调素依赖性蛋白激酶 II (CaMKII) 的表达水平升高有关。张欣课题组进一步研究发现 7 T 稳态磁场可有效缓解抑郁模型小鼠的抑郁症状。这不仅为高场 MRI 的发展提供了有力的理论基础和实验依据, 也预示着稳态强磁场有望在未来成为一种缓解抑郁的治疗方法。

日本西门子医疗公司的 Hideto Kuribayashi 博士和土耳其 Karadeniz Technical University 的 Arif Kamil Salihoglu 教授在核磁共振成像领域期刊 JMRI 上对张欣课题组的强磁生物学研究成果发表了两篇专文点评，高度认可了该团队的研究贡献。他们指出“7 T 磁共振已经被开发并且正在作为研究型设备，这些研究结果为 7 T 以上的超高场磁共振的安全性做出了贡献”“张等人以此为目的的初步研究可以说是令人瞩目且值得钦佩”“张等人的研究可能呈现了一个重要的未来治疗前景展望”（链接: [专评 1](#); [专评 2](#)）。

其中，7.0-33.0 T 强磁场生理安全性 (JMRI 2021a)、神经行为学影响和抗抑郁作用 (JMRI 2021b) 研究由张欣课题组工作人员田小飞和博士生吕悦共同完成，3.5 -23.0 T 稳态强磁场行为学研究 (European Radiology 2022) 由张欣课题组与中科大薛天课题组、中科院深圳先研院鲍进研究员合作完成。研究分别使用了稳态强磁场实验装置 (SHMFF) 中的 5 号水冷磁体 (WM5) 和 2 号水冷磁体 (WM2)。课题获得了科技部国家重点研发计划、国家自然科学基金、合肥物质科学研究院院长基金等项目支持。



Cite: <https://doi.org/10.1002/jmri.27496>

<https://doi.org/10.1002/jmri.28035>

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00330-022-08677-8>

装置：水冷磁体

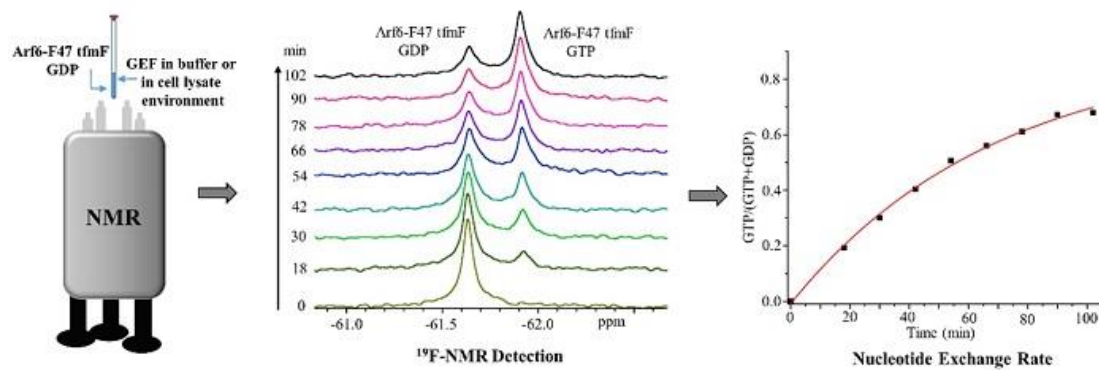
● 强磁场科学中心开发出小 GTP 酶 Arf6 GEF 的活性检测新方法

近日，中科院合肥研究院强磁场中心王俊峰课题组基于 ^{19}F 核磁共振开发出小 GTP 酶 Arf6 的鸟苷酸交换因子 (guanine nucleotide exchange factor, GEF) 活性检测新方法，该方法可用于生物复杂环境下 Arf6 GEF 活性的有效检测，相关研究成果发表于国际期刊 *Analytical Chemistry* 上。

小 GTP 酶 (small GTPases) 是一类细胞内重要的信号传导蛋白，控制诸多生命活动。在人体中，目前共发现超过 150 个成员，主要分为 Ras, Rho, Rab, Ran 和 Arf 五个亚家族。在体内，小 GTP 酶以“分子开关”的形式发挥功能，通过处于与 GDP 结合的“失活态”和与 GTP 结合的“活化态”来控制细胞信号转导通路。它们在这两种状态之间的转换由两大类调控蛋白控制：一类是鸟苷酸交换因子，促进 GTP/GDP 交换；另一类是 GTP 酶激活蛋白 (GTPase-activating protein, GAP)，促进 GTP 水解成 GDP。GEF/GAP 在正常细胞中协调信号网络，其活性异常与诸多人类疾病，如癌症等的发生、发展密切相关。GEF/GAP 的活性测量，尤其是如何能够在细胞裂解液等复杂环境下的快速、精确测量，一直是小 GTP 酶研究领域的一个关键问题。

研究人员以小 GTP 酶 Arf6 为研究对象，利用 ^{19}F 非天然氨基酸标记和 ^{19}F 核磁共振，开发出快速、精确并且能够适用于生物复杂环境的 Arf6 GEF 活性检测新方法。该方法的相关设计思路能够拓展到其他小 GTP 酶的 GEF/GAP 活性检测，具有一定普适性。

强磁场中心王嘉榕助理研究员与吴勃副研究员为本论文的共同第一作者，吴勃副研究员与王俊峰研究员为共同通讯作者。研究工作得到了国家自然科学基金、强磁场安徽省实验室方向基金和中科院合肥大科学中心协同创新项目的资助。核磁共振实验在稳态强磁场实验装置（SHMFF）的SM3及配套NMR系统上完成。



Cite: *J. Wang et al. Anal. Chem. 94, 8181–8186 (2022)*

装置：超导磁体（NMR）

更多成果详见：<http://www.hmfl.ac.cn/nxwzx/jqyw/>