



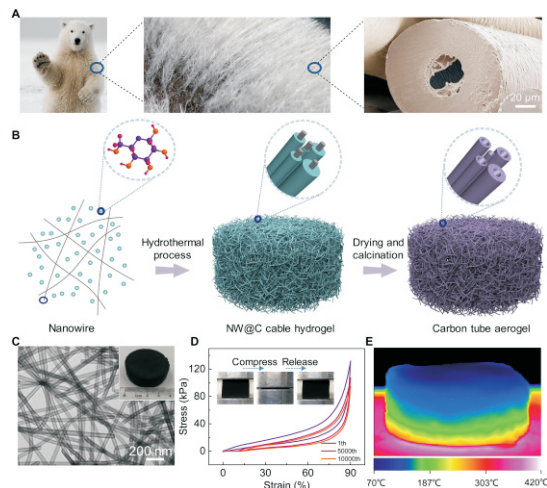
中国科大研制仿北极熊毛发的隔热气凝胶

中国科学技术大学俞书宏教授领导的研究团队受北极熊毛发中空结构的启发,发展了一种人工合成类北极熊毛的中空碳管气凝胶(CTA)的方法,该碳管气凝胶表现出超弹性和低的热导率。相关研究成果以“Biomimetic Carbon Tube Aerogel Enables Super-Elasticity and Thermal Insulation”为题,于6月6日发表在《化学》上(Chem 2019, CHEMJOURNAL-D-19-00185R1)。

该团队利用一维纳米线作为模板,通过模板法制备宏观尺度的碳管气凝胶。由于其独特的微观结构,使该气凝胶材料表现出优异的轻质、隔热、疏水和机械性能。其密度最低可达到8 kg/m³,低于绝大多数已报道的隔热材料;它的接触角为146°,在56%的相对湿度下放置120天,仍然能保持热导率基本不变;由于中空碳管的内径(35纳米)远小于空气的平均自由程(75纳米),管内的空气几乎不会传递热量,因此碳管气凝胶具有很好的隔热性能,其最低热导率仅为23 mW m⁻¹ K⁻¹,低于干燥空气的热导率。

该碳管气凝胶具有宏观尺度的三维网络结构,因而具有超弹性,当自由落体的小钢球落在碳管气凝胶的表面时,高回弹速度(1434 mm s⁻¹),即使在30%应变下压缩一百万次或者90%应变下压缩一万次,碳管气凝胶仍然保持结构完整。研究人员还探究了其作为压阻式传感器的相关性质,在30%应变下压缩一万次以后,它的相对电阻值基本不变。

这种受北极熊毛发中空结构启发设计合成的新型碳管气凝胶有望可满足极端条件下对高性能材料的需求,例如航空航天领域中应用的轻质隔热保温材料、弹性体材料等。



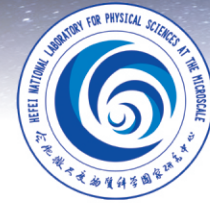
中国科大揭示 α -tubulin末端去酪氨酸酶的催化机制及其在有丝分裂中的重要功能

近日,中国科学技术大学许超教授课题组,南方科技大学黄鸿达教授课题组及丹麦-哥本哈根大学Marin Barisic教授课题组合作,解析了 α -tubulin末端去酪氨酸酶复合物SVBP/Vasohibin-1以及该异二聚体分别与 α -tubulin羧基端模拟多肽、抑制剂分子epoY的高分辨复合物晶体结构,通过研究其功能突变体的体外/体内酶活确定了SVBP/Vasohibin-1复合体的底物结合界面及催化机制,并通过细胞生物学实验发现其在星体微管的形成中具有重要作用从而参与调节有丝分裂进程。相关成果于6月6日以Article形式在线发表于《Cell Research》杂志。

微管是细胞骨架系统的重要组成,微管在维持细胞形态,细胞内物质/细胞器运输,细胞区室化,有丝分裂等重要生命活动中具有不可替代的作用。其中微管蛋白的酪氨酸/去酪氨酸在调节微管稳定性方面的研究开展较早,并且负责 α -tubulin末端的酪氨酸连接酶在九十年代就已经发现。然而,从发现 α -tubulin的去酪氨酸修饰的四十多年来, α -tubulin的去酪氨酸酶一直是未知,直到2017年末,两篇发表于《Science》杂志的文章揭示SVBP/Vasohibin复合物是 α -tubulin末端去酪氨酸酶(PMID: 29146869, 29146868),这才闭环了微管的酪氨酸/去酪氨酸修饰环路。

Vasohibin蛋白家族包含两个同源蛋白VASH1和VASH2,属于非典型的半胱氨酸蛋白酶家族,属于上皮细胞分泌蛋白,其蛋白的稳定性和功能的执行需要其伴侣分子SVBP (Small vasohibin-binding protein)。先前的报道,Vasohibin蛋白在血管生成方面具有重要作用,并且两个同源蛋白VASH1和VASH2的作用是拮抗的,并未发现其执行蛋白酶的功能。通过解析SVBP/Vasohibin-1分别与 α -tubulin羧基端模拟多肽的复合物晶体结构,并结合体外生化、质谱、细胞内酶活试验,此研究揭示了VASH1蛋白具有非典型的催化活性中心(Cys-His-Leu),该催化活性中心在VASH2及其他物种的Vasohibin同源蛋白中保守,同时也揭示SVBP促进VASH1酶活的分子机制。由于微管去酪氨酸化在有丝分裂中的重要性,在细胞内敲低Vasohibin蛋白将抑制有丝分裂期中星体微管的形成。此外,所解析的抑制剂分子epoY与SVBP/Vasohibin-1也揭示了先前epoY不可逆抑制Vasohibin蛋白酶活的分子机制,有助于后续靶向药物的研发。

此工作获得了国家基金委、合肥微尺度物质科学国家研究中心、中组部人才计划及中科院先导项目支持。



中国科大在单自旋量子调控研究中取得重大进展

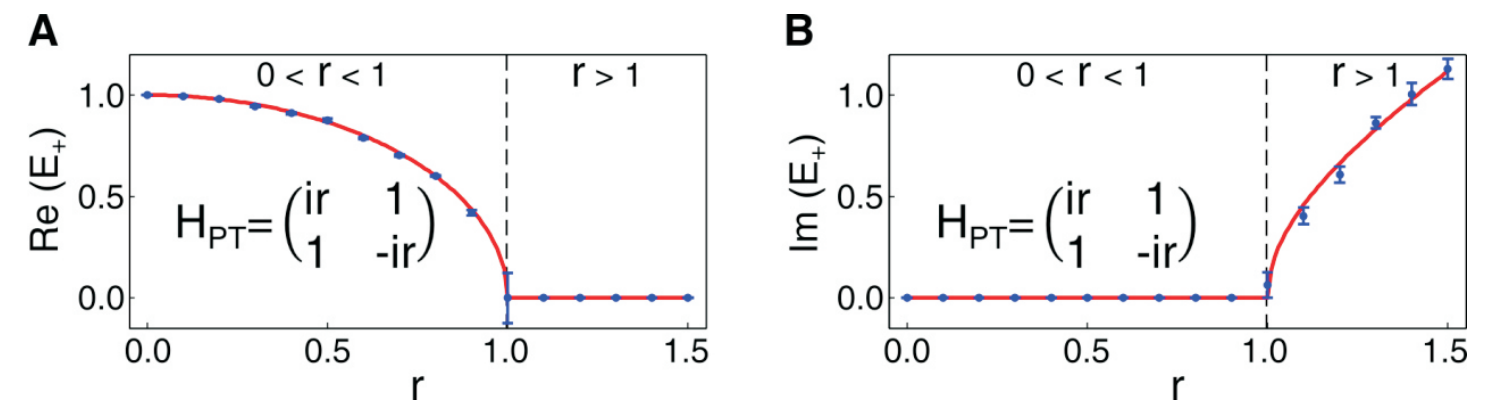


图:实验观测到宇称时间对称性破缺。A、B分别为宇称时间对称哈密顿量HPT本征能量E的实部和虚部。哈密顿量在其参数0<r<1的区域,宇称时间对称性未破缺,能量本征值为实数;在r>1的区域,宇称时间对称性破缺,能量本征值为虚数;r=1处为相变点。

中国科学技术大学杜江峰院士领导的中科院微观磁共振重点实验室研究团队建立了在量子系统中实现基于非厄米哈密顿量的量子调控普适理论,并通过对金刚石量子比特的高精度量子操控,首次在单自旋体系中观测到宇称时间对称性破缺。该研究成果以“Observation of parity-time symmetry breaking in a single spin system”为题,于5月31日在线发表在国际权威期刊《Science》上[Science 364, 878 (2019)]。

众所周知,量子体系的状态演化由哈密顿量确定并服从薛定谔方程。在传统量子力学框架中,实的能量本征值由哈密顿量满足厄米性所保障。然而,Bender于1998年提出一类满足宇称时间对称性的非厄米哈密顿量也可保证物理能量本征值为实数,可以描述包括开放系统在内更普遍的对象,从而拓展了量子力学的范畴。尤其值得指出的是,非厄米哈密顿量所描述的物理体系能够展示出一些新奇的物理性质,因此激发了物理学界强烈的研究兴趣。尽管宇称时间对称哈密顿量的概念源于对量子力学框架的拓展,但是通常的量子体系由厄米哈密顿量所描述,从而要在通常的量子体系中实现宇称时间对称哈密顿量的演化具有巨大挑战。先前的理论指出引入耗散过程可实现宇称时间对称哈密顿量,然而耗散会不可避免地破坏量子相干性,非常不利于在量子系统中开展相关研究,因此之前绝大部分相关研究为基于经典物理体系开展模拟实验。

杜江峰研究组提出了一种新理论方案,通过引入一个辅助比特在量子系统中研究由非厄米哈密顿量所支配的演化规律。该方法对非厄米哈密顿量本身没有任何限制,包括任何维度及含时演化,均只需要消耗一个辅助比特的代价来实现。基于此方案,研究组将金刚石中的一个氮-空位缺陷中的电子自旋用作系统比特,一个核自旋作为辅助比特,实现了宇称时间对称哈密顿量,并观测到宇称时间对称性破缺现象。实验结果首次展示了单自旋量子态在宇称时间对称哈密顿量支配下的演化。通过调节哈密顿量的参数,可以清晰地观测到从对称性未破缺到对称性破缺的相变过程(如图所示)。实验结果验证了新方案的可行性,为进一步研究非厄米哈密顿量相关的新奇物理性质提供了坚实的基础。

该工作使得人们能够用一种更普遍的方式来实现量子调控,从而开启了实验研究非厄米量子力学的新篇章。该成果适用于在各种量子体系实现任意非厄米哈密顿量,从而为开展广泛的量子力学基础问题研究,例如在非厄米哈密顿量下研究新拓扑不变量、量子热力学、以及开放系统中的退相干和耗散等提供实现途径。另外基于相变点可以提高量子测量的灵敏度,有望在基于金刚石色心的量子精密测量领域得到重要应用。