

中国科学技术大学在快充锂离子负极研究中 取得重要进展

中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心和化学与材料科学学院、中科院能量转换材料重点实验室季恒星教授联合美国加州大学洛杉矶分校段镶锋教授等在锂离子电池领域取得重要进展。研究成果以“Black Phosphorus Composites with Engineered Interfaces for High-Rate High-Capacity Lithium Storage”为题，于2020年10月9日发表在国际著名学术期刊《科学》杂志 (Science 2020, 370, 192–197)。

季恒星课题组近年来的研究发现：黑磷用作碱金属离子电池负极具有极高的质量容量 (Angew. Chem. Int. Ed. 2020, 59, 2318; ACS Appl. Mater. Inter. 2019, 11, 16656)，且黑磷的层状结构和半导体性质也预示黑磷应具有极高的倍率性能。但是深入研究发现黑磷容易从二维片层的边缘开始发生结构的破坏 (J. Am. Chem. Soc. 2018, 140, 7561)，通过化学修饰可以稳定黑磷的边界结构并伴随着相关物理性质的重现 (Angew. Chem. Int. Ed. 2019, 58, 1479; Adv. Mater. 2017, 29, 1605776)。受这些研究结果启发，季恒星等采用高能球磨的办法获得了黑磷纳米片与石墨纳米片并肩平行排列且通过碳-磷共价键连接的复合材料，使锂离子能够在复合材料内高效穿梭；更进一步通过聚苯胺包覆优化固态电解质界面膜，使锂离子能够快速进入复合材料。复合材料在压实密度达到 1.49 g/cm^3 的条件下可在 13 A/g 的电流密度下实现近 500 mAh/g (复合材料)的可逆质量容量，并稳定循环达2000次。电化学原位X-射线吸收谱和飞行时间二次离子质谱测试结果分别表明：碳-磷共价键的形成是提高黑磷电化学反应能力的关键；聚苯胺经电解液溶剂溶胀形成富含有机组分的固态电解质界面膜，是提高锂离子进入复合材料颗粒能力的关键。

本工作对优选电极材料体系并通过界面设计挖掘电极性能潜力具有重要的借鉴，以期推动锂离子电池的包括能量密度、功率密度和循环寿命在内的综合性能指标的进步。

中国科学技术大学赵忠课题组 揭示植物干细胞如何免疫病毒

中国科学技术大学生命科学与医学部、合肥微尺度物质科学国家研究中心分子与细胞生物物理研究部赵忠教授课题组，近期揭示了植物干细胞抵御病毒侵染的分子机制。首次在植物广谱病毒抗性和分生组织维持机制之间建立了精确的分子联系，回答了为什么大部分植物病毒不能侵染顶端分生组织这一长期未决的生物学问题。相关成果以“WUSCHEL triggers innate antiviral immunity in plant stem cells”为题，于2020年10月9日发表于《Science》杂志。

赵忠教授课题组首先在拟南芥体内追踪定位了黄瓜花叶病毒 (Cucumber Mosaic Virus, CMV) 的分布模式。发现在茎顶端分生组织中CMV病毒恰好分布在干细胞重要调节子WUSCHEL (WUS) 基因表达的下沿，不能感染植物干细胞所在中央区以及分化细胞所在的周边区和幼嫩花原基。进一步的发现表明，干细胞中WUS蛋白受病毒诱导积累，且异位移动到周边区，保护干细胞及其分化的子细胞不受病毒的侵染。通过正反改变内源WUS的含量，研究人员证实了干细胞重要调控基因WUS在免疫病毒中的关键作用。WUS直接抑制MTases基因的表达，影响了核糖体RNA的加工和核糖体的稳态，进而可以抑制病毒蛋白质的合成。另外，研究得出结论WUS介导的抗病毒免疫可以针对多种植物病毒的侵染。由于WUS及其同源基因在植物中广泛存在，具有高度的功能保守性。这就进一步解释了为什么茎尖脱毒可以应用于多种不同种属的植物，并且能够清除感染这些植物的多种多样的病毒。

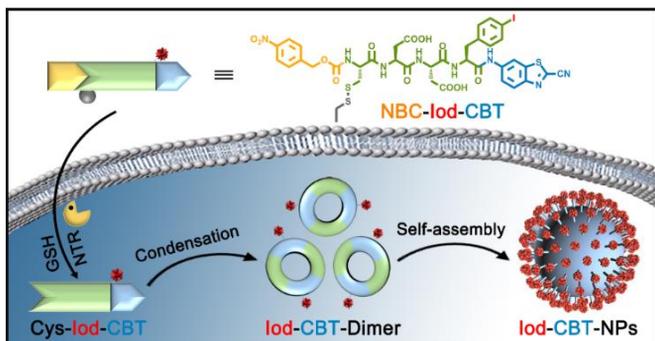
该研究揭示了植物茎顶端分生组织存在广谱抗病毒免疫的分子机制。在侵染过程中，病毒必须利用植物细胞内的蛋白质合成系统合成自身的蛋白，以完成自身的复制、组装和侵染过程。而干细胞关键调节基因WUS则通过直接抑制细胞内蛋白质合成的速率，限制了病毒的复制和传播。该研究不仅回答了为什么植物病毒不能侵染植物分生组织这一长而未决的生物学问题，同时也为未来作物抗病毒防治提供了新的技术策略。



研究进展

中国科大实现Nano-CT直接观察细胞内纳米粒子的形成

2020年10月23日，国际著名学术期刊《Science Advances》在线发表了中国科学技术大学梁高林教授课题组的研究成果，文章标题为“Directly observing intracellular nanoparticle formation with nanocomputed tomography”。该文章报道了一种含碘小分子在细胞内自组装成富碘纳米粒子的“智能”策略，并用纳米计算机断层扫描（Nano-CT）直接观察到细胞内纳米粒子的形成（Sci Adv, 2020, 6, eaba3190. DOI: 10.1126/sciadv.



梁高林教授基于本课题组特色的CBT-Cys点击缩合反应，合理设计并合成了含碘小分子4-nitrobenzyl carbamate-Cys(SEt)-Asp-Asp-Phe(Iodine)-2-cyanobenzothiazole (NBC-Iod-CBT)。当NBC-Iod-CBT进入硝基还原酶高表达的癌细胞后，其双硫键被细胞内谷胱甘肽还原、NBC底物被硝基还原酶酶切，生成活泼中间体Cys-Iod-CBT。两个Cys-Iod-CBTs之间立即发生CBT-Cys点击缩合反生成两亲性的环状二聚体Iod-CBT-Dimer，该二聚体可自组装成纳米粒子Iod-CBT-NPs。Nano-CT是一种在完整细胞内观察三维纳米结构的理想技术。其水窗技术可以使未染色的、约10微米厚的冷冻细胞以独特的高对比度和分辨率在其接近原生状态时进行三维成像。因此，细胞内形成的富碘纳米粒子Iod-CBT-NPs可以通过高对比度的Nano-CT直接成像。而且，由于不同物质对X射线的吸收能力不同，它们的线性吸收系数值不同，细胞内形成的纳米粒子可以通过其线性吸收系数来进一步确定。梁高林教授发展出来的这种策略有望帮助人们进一步区分细胞内形成的其他人工纳米结构，从而深入了解细胞内纳米结构的形成机制。

中国科大研制多元硫化物单晶纳米带光催化剂

设计新型半导体纳米材料以捕获太阳能并实现高效光化学转化是解决当前全球能源与环境危机的一种理想途径之一。铜基多元硫化物（Cu-Zn-In-S（CZIS）和Cu-Zn-Ga-S（CZGS））具有良好的可见光吸收性能，因而被作为一种重要的光催化剂材料。然而，其低的电导率和高的光生载流子复合速率阻碍了铜基四元硫化物在光催化领域的应用。目前，如何制备高效的铜基四元硫化物光催化剂仍然面临挑战。

近日，中国科学技术大学俞书宏院士团队发展了一种胶体化学合成法，成功制备了四元硫化物单晶纳米带光催化剂，这种单晶纳米带表现出优异的光催化产氢性能。相关成果以“Single crystalline quaternary sulfide nanobelts for efficient solar-to-hydrogen conversion”为题于10月15日发表在《自然·通讯》上（Nature Communications 2020, 11, 5194）。

纳米晶的形貌和表面晶面可以有效地增强和优化半导体材料的光催化性能，而且单晶结构的CZIS更有利于电荷分离进而增强光催化性能。研究人员基于第一性原理密度泛函理论（DFT）计算研究了表面晶面对纤锌矿CZIS纳米晶光催化反应的影响。计算结果表明，在光催化析氢反应（HER）中，纤锌矿CZIS的（0001）面具有最小的吉布斯自由能。根据Bell-Evans-Polanyi原理，（0001）面对于HER具有最低的能垒，这将有助于光催化制氢。基于此，研究人员设计了一种简单的胶体化学合成法，成功制备了只暴露（0001）晶面的单晶CZIS纳米带。同时，该方法也适用于CZGS纳米带的合成。所制备的纳米带光催化剂表现出优异的组成依赖性光催化性能，在不使用助催化剂的情况下，CZIS和CZGS的产氢速率分别达到3.35和3.75 mmol h⁻¹ g⁻¹。进一步研究表明，这种纳米带催化剂具有高的稳定性。

这项研究提出了一种多元硫化物纳米光催化剂设计的新策略，利用表面活性剂辅助成功制备暴露特定晶面的纳米带，为今后设计开发新型高效光催化剂提供了新途径。此外，该合成策略还有望拓展到其他多元硫化物纳米晶的合成并通过完善合成方法实现其形貌和表面的精细调控，预期在光电探测和光电催化等方面展现出独特的应用价值。



国家研究中心简讯

◆2020国际量子大会成功召开



10月19日至22日，由英国物理学会、中国物理学会和中国科学技术大学联合组织的2020国际量子大会（线上）顺利召开。中国科大潘建伟教授担任该会议的名誉主席，陆朝阳教授担任组委会主席。会议吸引了全世界103个国家和地区的参会人员，注册人数达到4458人，截至目前在各个平台上的观看人数累计已经超过4万。

开幕式上，英国物理学会会长Paul Hardaker博士、中国物理学会理事长张杰教授和中国科大潘建伟教授分别代表各主办方致辞，认为量子信息的科学性及其巨大潜力已经得到国际学术界的普遍共识，随着各个国家的大力支持和产业界的雄厚资金投入，量子信息科学发展迅猛，正处于“第二次量子革命”。

大会邀请了包括美国国家技术标准局的叶军教授、耶鲁大学的Steven Girvin教授、谷歌的首席科学家Sergio Boixo博士、斯坦福大学的Jelena Vuckovic教授、哈佛大学的Kang-Kuen Ni教授、新南威尔士大学的Michelle Simmons教授、IBM的Oliver Dial博士、微软的Bettina Heim博士、中国科大的彭承志教授、格拉斯哥大学的Miles Padgett教授等在内的46位国际顶尖学者做大会及邀请报告，分享了各自在量子通信、量子计算和量子精密测量等方面的最新突破。

在科学报告之外，大会组织了聚焦世界各国在国家层面量子项目的布局情况和量子相关产业的两个座谈会。

2020国际量子大会的成功召开为国际量子技术领域的学者和青年研究人员齐聚云端学习、分享和探讨量子科学与技术发展的前沿进展提供了一个良好的平台，同时，也进一步提升了我国在量子信息领域的国际影响力和话语权。

◆陆朝阳获美国物理学会量子计算奖

2020年10月6日，美国物理学会（American Physical Society）公布，授予中国科学技术大学陆朝阳教授2021年度“兰道尔-本内特量子计算奖”（Rolf Landauer and Charles H. Bennett Award in Quantum Computing），表彰他“在光学量子信息科学，特别是在固态量子光源、量子隐形传态和光量子计算方面的重要贡献（For significant contributions to optical quantum information sciences, especially on solid-state quantum light sources, quantum teleportation and optical quantum computing）”。

该奖项以量子信息理论的两位先驱科学家命名：首次提出擦除一个比特所需最小能量的兰道尔（Rolf Landauer），他为理解热力学和信息之间的关系作出了巨大贡献；首次提出可逆计算思想、和合作者一起提出量子密钥分发和量子隐形传态方案的本内特（Charles H. Bennett），他为量子信息理论做了奠基性的工作，并因此获得了沃尔夫奖、狄拉克奖和香农奖。国际评审委员会每年在全世界范围内评选出一名博士毕业12年之内的青年科学家。

◆微尺度国家研究中心3位教授荣获第十六届“中国青年科技奖”

10月18日，第十六届中国青年科技奖颁奖典礼与世界青年科学家峰会同步在温州举行，合肥微尺度物质科学国家研究中心曾杰、余彦、陆朝阳3位教授获奖。其中，曾杰教授荣获中国青年科技奖特别奖。

中国青年科技奖是由钱学森等老一辈科学家提议设立，由中央组织部、人力资源和社会保障部、中国科协共同设立并组织实施，面向全国广大青年科技工作者的奖项。该奖旨在造就一批进入世界科技前沿的青年学术和技术带头人；表彰奖励在国家经济发展、社会进步和科技创新中作出突出成就的青年科技人才；激励广大青年科技工作者为实现全面建设小康社会的奋斗目标，加快推进社会主义现代化建设作出新的贡献。该奖项每两年评选一次，每届获奖人数不超过100名。