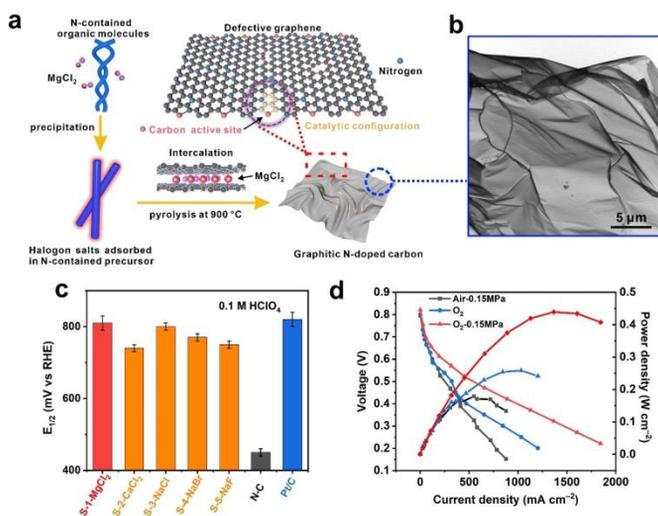


## 中国科大在石墨烯碳材料酸性电催化氧还原方面取得新进展



图注 含有石墨氮修饰碳五元环结构的碳材料的合成及其ORR性能

近日，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心和材料科学与工程系陈乾旺教授课题组在氮掺杂石墨烯碳材料中成功构建了五元环拓扑缺陷等结构，该材料在酸性电催化氧还原反应（ORR）和燃料电池中呈现出很高的催化活性和稳定性。该成果以“Constructing Graphitic-Nitrogen-Bonded Pentagons in Interlayer-Expanded Graphene Matrix toward Carbon-Based Electrocatalysts for Acidic Oxygen Reduction Reaction”为题发表在学术期刊Advanced Materials上。

质子交换膜燃料电池（PEMFC）的商业化应用受制于阴极催化剂铂（Pt）的高昂成本。石墨烯碳材料因具有耐酸腐蚀、优异的导电性以及可调的物理化学性质而被视为极具潜力的替代品，但对称的sp<sup>2</sup>杂化电子结构使得其呈催化惰性，尽管人们作了大量的研究，但目前碳基非金属催化剂在酸性电解液中的ORR活性远低于过渡金属和贵金属Pt。如何在石墨烯碳材料中设计制备高活性催化位点是急需解决的问题，也是实现碳材料在PEMFC中应用的关键。

针对上述问题，课题组通过碱（土）金属卤素盐插层的方法在氮掺杂石墨烯碳材料中制备了石墨型氮与碳五元环相连的结构。插层削弱了层间范德华力，扩大了石墨层间距，导致石墨烯剥离，过程中也产生了五元环拓扑缺陷等。理论计算表明，在这种新的催化活性结构中，石墨型氮的引入进一步提高了碳五元环上的共轭π电子数，使得该结构的边缘碳原子增强了对O<sub>2</sub>分子的吸附，降低了ORR反应能垒，从而提高了催化反应活性。该催化剂在0.1M HClO<sub>4</sub>中的反应半波电位达到0.81V（参照可逆氢电极），并且有长达100h的稳定性。其组装成PEMFC，在O<sub>2</sub>气氛下的功率密度达到440mW/cm<sup>2</sup>。该工作为基于石墨烯碳材料设计高活性电催化剂提供了一种思路。



## 研究进展

### 中国科大完成基于颜色擦除强度干涉的高空间分辨成像

中国科大潘建伟、张强等与美国麻省理工学院 Frank Wilczek 合作，利用济南量子技术研究院研制的周期极化铌酸锂波导，搭建颜色擦除强度干涉仪，成功分辨出 1.43km 距离外相距 4.2mm 的两个不同波长（1063.6nm 和 1064.4nm）光源，以超过单望远镜衍射极限 40 倍的结果验证了颜色擦除强度干涉技术具备高空间分辨成像能力，拓展了强度干涉技术的应用范围，有望被应用于天文观测、空间遥感和空间碎片探测等领域，相关成果发表在国际知名学术期刊《物理评论快报》上。

干涉仪被广泛用于各种高空间分辨成像技术中，以突破单镜片有限孔径下的分辨率极限（衍射极限）。上世纪 50 年代，英国科学家 Robert Hanbury Brown 和 Richard Quintin Twiss 共同发现了以他们名字命名的 Hanbury Brown and Twiss 效应（简称 HBT 效应），并提出了利用该效应的强度干涉技术。不过这种传统的强度干涉方案要求进入探测器的光子全部具有相同的波长，限制了其应用范围。2016 年，美国物理学家，诺贝尔奖获得者 Frank Wilczek 和其同事在理论上提出，将基于频率转换原理的颜色擦除探测器引入强度干涉仪，可以使进入探测器的不同波长光子也发生干涉并提取出相位信息。他们将这种新技术命名为颜色擦除强度干涉技术（chromatic intensity Interferometry）。随后，潘建伟小组利用济南量子院自主研制的周期极化铌酸锂波导首次搭建了颜色擦除单光子探测，并基于此在实验室内原理演示了强度干涉技术（Phys. Rev. Lett. 123, 243601 (2019), Opt. Express 28, 32294 (2000)）。

为了验证该技术具备高空间分辨成像能力，该小组在上海开展了外场实验。他们利用两种不同波长的泵浦光分别泵浦并联的两个 PPLN 波导，实现了无法分辨 1063.6nm 和 1064.4nm 光子差异的颜色擦除探测器，并用两个这样的探测器搭建了 80cm 基线长度的强度干涉仪对 1.43km 外的相距 4.2mm 的两个不同波长光源目标进行测量。获得实验数据后，他们在理论上提出了一种相位拟合的算法得到了两个光源的角距离，结果超过了实验所使用的单台 10.9mm 望远镜衍射极限的 40 倍，成功验证了该系统的高空间分辨成像能力。《物理评论快报》杂志审稿人评价这项工作为超越由孔径大小决定的传统衍射极限提供了一种新的有趣成像方法（“This explores one of a variety interesting methods to image beyond the traditional diffraction limit driven by aperture sizes”）。

### 中国科大成功研发新型量子机器学习技术实现数据特征提取

中国科学技术大学中国科学院微观磁共振重点实验室杜江峰、王亚、李兆凯等人在量子机器学习研究中取得重要进展，研发出新型量子特征提取算法，实验实现了对未知量子系统矩阵的分析与信息提取。该成果以“Resonant Quantum Principal Component Analysis”为题发表在近期的 Science Advances 上 [Science Advances 7, eabg2589 (2021)]。

机器学习是指使用计算机从大量历史数据中挖掘隐含规律，并用于后续预测或者分类的过程。机器学习是人工智能的核心，是计算机具有智能的根本途径，其理论和方法已被广泛应用于解决日常应用和科学领域的复杂问题。为了成功完成特定任务，人工智能往往需要大量数据用于总结与分类，这对计算机系统的存储与处理能力提出了很高的要求。量子机器学习可以将量子算法的并行加速特性应用于人工智能领域中，提升人工智能系统的效率与能力，有望在未来实现基于量子系统的人工智能。

实验中研究人员使用金刚石氮-空位色心量子处理器，演示了对未知量子数据矩阵进行分析与处理的过程。待研究的数据以量子密度矩阵的形式被输入量子处理器，该数据矩阵包含 4 种不同成分且占比各不相同（对应数据柱高度）。特征提取任务的目标是将该数据的关键特征，即右侧第一组占比最高的成分提取出来，同时尽量去除其他三组数据或噪声。实验中，研究人员使用一个辅助比特作为探针进行扫描，精确定位了密度矩阵中不同成分的强度。通过多次迭代逼近，密度矩阵成分的定位误差被降低到小于 0.001，相当于原本 10 个辅助量子比特才能达到的精度。其后，研究人员锁定该数据矩阵的主要成分并将其隔离提取出来，得到的量子态即为输入数据矩阵的关键特征。实验结果显示，这一特征提取过程达到了 90% 的提取精度与 86% 的提取效率，展示了该新技术在真实物理平台上的适用性与精确性。

研究结果显示此次研发的新技术可以实现对数据处理过程的量子加速，高效率提取出量子数据矩阵中的关键特征，用于后续进一步分类与识别。该技术能够提升机器学习的效率和效果，未来有望在较大规模量子处理器上得到应用。



## 微尺度国家研究中心举行2021级研究生入学典礼

2021年9月9日，微尺度2021级新生入学典礼在中科大东校区理化大楼西三报告厅隆重举行。微尺度国家研究中心主任罗毅教授、党委书记王兵教授、副主任陈旻教授、党委副书记孙梅老师、新生班主任、教学秘书和硕博新生共200多人参加了入学典礼。入学典礼由孙梅老师主持。

入学典礼在庄严的国歌声中正式拉开序幕，罗毅主任向新生们具体阐述了微尺度国家研究中心的发展理念和人才培养目标。他指出研究生教育是一个过程教育，嘱咐同学们不能仅仅着眼毕业要求，还要注重创新，要培养独立工作的能力。罗毅教授指出，微尺度国家研究中心立足学科前沿，多学科深度交叉，致力于培养扎实科研能力的优秀复合型人才。他以“做学问”为起点，对“做”、“学”、“问”三个字的深刻内涵进行全面解读，他强调“做学问”侧重在“做”，研究生应努力掌握科研技术和学习科学知识，学会自省自问、虚心询问、主动提问，成为一个有理想、有信念、有追求的人。

王兵书记以“科教报国、追求卓越—做新时代六有大学生”为主题做了精彩的报告。王兵书记带领同学们系统学习回顾了习近平总书记对青年的殷切期望、“潜心立德树人、执着攻关创新”两大核心任务、习近平总书记对研究生教育工作重要指示精神和微尺度研究中心师生的使命担当。勉励同学们做有理想、有追求的大学生，做有担当、有作为的大学生，做有品质、有修养的新时代“六有”大学生。

陈旻副主任从“规划、合作、交流和安全”四个方面告诫同学们许多学习和生活中应该注意的问题。他告诫同学们要把握好专业课基础知识学习，做好人生规划，合理安排好学习、科研和个人生活。要学会合作和交流，进入教研组后应主动向高年级同学学习，尽快掌握科研方法，在科研过程中注重细节和从基本原理上加以理解。他希望同学们尽快适应研究生生活，积极参加有意义的集体活动。强调要注意人身安全、心理健康、实验室操作安全规范。

老生代表丁旭和新生代表刘洪平依次发言，抒发了各自的感受。随后，依次由金顺玉老师介绍微尺度团学工作，马苗苗老师为大家解读研究生培养方案，孙梅老师重点强调了当前在校学生的日常管理与安全教育。在各位老师的讲解后，微尺度国家研究中心党委还组织了“你问我答”我为师生办实事之新生入学篇。现场设立解答问题环节，同学们就选课、学分等问题进行了咨询，老师们现场给与了认真细致的解答。

最后，微尺度领导和教师带领全场起立，动情地唱起了校歌，也宣告典礼落下了帷幕。

