

中国科大开辟废弃聚乙烯塑料循环升级新路径

本报讯 6月26日，中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心曾杰教授在塑料循环升级领域取得了突破性进展，相关研究成果发表于《自然·纳米技术》。

现如今人们的生活已经离不开塑料，小到一根吸管，大到一辆汽车……大规模的塑料生产给人们提供了便捷，却给自然界带来了难题，造成严重的“白色污染”。

聚乙烯是五大通用塑料之一，化学结构稳定，难以自然降解。因此，发展废弃聚乙烯塑料循环升级技术，在减轻其对环境污染的同时，还能让其重新产生经济价值，对人类社会的可持续发展具有重要意义。

聚乙烯和石油具有相似的化学结构与组

成，那么能否利用绿色催化转化的方式，把废弃聚乙烯塑料当成一种“固体石油”原料，来加工制备石油基下游化学产品呢？

石油工业中的两个过程引起了研究人员的注意。一个是短链的汽油馏分催化重整得到更高附加值的环状烃，这个过程会产生氢气；另一个是重质油加氢裂化制备短链烃，这个过程会消耗氢气。

在这两个过程的启发下，研究人员设计出一种“氢呼吸”策略用以降解高密度聚乙烯塑料，开发的分子筛负载金属钨催化剂(Ru/HZSM-5)，一边让塑料成环脱氢变成环状烃，“呼”出氢气，一边又让塑料“吸”入其

自身释放的氢气，并裂解变成短链烃。

在无需额外添加氢气或溶剂的条件下，研究人员实现了高密度聚乙烯塑料到环状烃的循环升级。随后，研究人员探究了高密度聚乙烯塑料的循环升级反应路径。并用不同分子筛负载的金属钨进行了高密度聚乙烯塑料循环升级的催化实验，考察了分子筛孔道对反应的影响。经过三轮催化反应以及相关实验结果表明，Ru/HZSM-5催化剂对不同类型的聚乙烯塑料具有一定的普适性。

中国科大曾杰教授为论文发表的通讯作者，博士生杜俊杰、曾琳为共同第一作者。（吴兰）

中国科大揭示地球下地幔物质组成和温度结构

本报讯 近日，中国科大教授吴忠庆课题组与南京大学副教授阮友谊及中国科学院精密测量科学与技术创新研究院研究员倪四道合作，在约束地球下地幔物质组成与温度分布方面取得重大突破。相关成果日前发表于美国《国家科学院刊》。

地球下地幔位于地表以下660~2890公里深度处，是地球最重要的圈层之一。地震学研究发现，下地幔并不均一，存在分布广泛、尺度不一的波速异常。尤其是位于非洲和太平洋下方的大型低剪切波速省（LLSVP），其横向和径向尺度可达上千公里。这些异常体的性质、成因及其对地球演化的影响尚不清楚。因此，揭示地球下地幔物质成分和温度空间分布对了解地球的形成、演化与动力学

至关重要。

联合地震学层析成像和地球内部矿物弹性性质是揭示下地幔物质成分和温度空间分布的关键手段。由于下地幔极高的温度和压强条件，通过实验测量处于下地幔条件下的矿物弹性性质极具挑战性，而常规的矿物弹性第一性原理计算方法极其昂贵。

为此，吴忠庆课题组提出并发展了计算量不到常规方法1/10的弹性第一性原理计算方法。近年来，该课题组利用这一方法系统研究了下地幔主要矿物的弹性性质，结果与相对低温和低压的实验数据很符合。

研究发现，下地幔的横向温度分布满足高斯分布，其横向展布在1600公里深度以内变化很小，然后随着深度的增加不断变宽。

在下地幔最底部，其横向温度分布不再满足高斯分布。这表明下地幔底部的横向不均一性很强，可能和LLSVP的存在有关。进一步分析发现，下地幔上部的波速异常主要源于热异常，而下地幔最底部的波速异常则主要源于化学成分的变化。

研究结果显示，LLSVP与周围地幔相比在下地幔底部密度更高，在2700公里深度以上密度更低。此外，LLSVP比周围地幔温度更高，更加富集铁和布里奇曼石，这支持了LLSVP可能源自地球早期形成的基底岩浆洋的假说。

论文第一作者为中国科大博士生邓忻，通讯作者为中国科大吴忠庆教授。中国科大为该论文第一单位。（王敏）

是转向氧氯化物，设计并合成了一种新型固态电解质—氧氯化锆锂。这种材料具有很强的成本优势，同时综合性能和目前最先进的硫化物、氯化物固态电解质相当。它的室温离子电导率高达2.42毫西门子每厘米，超过了应用所需要的1毫西门子每厘米。

与此同时，它良好的可变形性使材料在300兆帕压力下能达到94.2%致密，也超过应用所需要的水平。由氧氯化锆锂和高镍三元正极组成的全固态电池展示了极为优异的性能：在12分钟快速充电的条件下，该电池仍然成功的在室温稳定循环2000圈以上。

氧氯化锆锂的发现，使固态电解质在性能、成本两方面同时实现突破，对全固态锂电池的产业化具有重大意义。

（化学与材料科学学院）

本报讯 6月22日，中国科大生命科学与医学部杨振业教授和附属第一医院国静副研究员团队在非整倍体肿瘤细胞分裂期的代谢调控领域取得进展，研究成果在《自然·代谢》上在线发表，并同步在线发表了研究简报。

非整倍体是人类肿瘤细胞中最普遍的特征，85%以上的肿瘤基因组是非整倍体，而正常细胞是二倍体，找到针对非整倍体肿瘤的特异性靶点，是实现精准杀死肿瘤细胞而不影响正常二倍体细胞的有效策略。非整倍体肿瘤细胞分裂时面临氧化和有丝分裂双重压力，而其如何成功应对这些压力的机制尚不清楚。

该研究团队利用代谢物的活细胞探针、细胞和动物模型并结合临床队列样本的分析，深入地探究了非整倍体肿瘤细胞在分裂期氧化还原动态变化和调控机制，发现了核心代谢物NADPH在细胞周期的分裂期中的变化规律和重要意义，证明该代谢调控能够确保非整倍体肿瘤细胞染色体准确分离和维持基因组完整性。

研究完整揭示了NADPH在分裂期的上游调控激酶CDK1/AMPK通过磷酸化伴侣分子BAG3-T285释放并激活代谢酶G6PD，以及下游参与染色体分裂调控的代谢和周期信号，并且发现BAG3-T285磷酸化在微卫星稳定型（多数为非整倍体）结肠癌样本中比例高，且与不良预后相关。从而为通过干预代谢通路选择性抑制非整倍体肿瘤提供了新的标记物和治疗思路。

生命科学与医学部副研究员程傲星和博士生徐添为论文共同第一作者。中国科大姚雪彪教授、王育才教授、张海燕老师、附属第一医院张开光教授、刘流教授、香港浸会大学史珏教授、国家生物医学中心潘欣教授、安徽农业大学郭慧敏老师、中国科大研究生尤伟屹、王婷和张东明参与了该工作。

（生命科学与医学部）

我校在非整倍体肿瘤细胞分裂期的代谢调控领域取得成果

中国科大突破全固态锂电池电解质在性能和成本上的双重瓶颈

本报讯 中国科大马骋教授研制出一种新型固态电解质，它的综合性能和目前最先进的硫化物、氯化物固态电解质相近，但成本不到后者的4%，很适合产业化应用，该成果日前发表在学术期刊《自然·通讯》上。

为了满足实际应用的需求，全固态锂电池的固态电解质至少需要同时具备三个条件：高离子电导率（室温下超过1毫西门子每厘米），良好的可变形性（250~350兆帕下实现90%以上致密），以及足够低廉的成本

（低于50美元每公斤）。但是，目前被广泛研究的氧化物、硫化物、氯化物固态电解质都无法同时满足这些条件。氧化物作为脆性陶瓷，普遍不具备可变形性。硫化物和大部分氯化物则成本高昂，至少在200美元每公斤的量级。这些材料中唯一的例外是氯化锆锂，但是它的离子电导率却远低于1毫西门子每厘米。

此次研究中，马骋教授不再聚焦于上述氧化物、硫化物、氯化物中的任何一种，而

中国科大研制白铁矿型电解水制氢电催化剂

本报讯 近日，中国科大高敏锐教授课题组研制了一种用于质子交换膜（PEM）电解池阴极析氢反应的白铁矿型催化剂，其可在1Acm⁻²的电流密度和60C条件下稳定运行410h以上。相关成果发表在在国际著名学术期刊《科学·进展》上。

自1789年以来，碱液电解水制氢作为一种成熟的工业制氢技术已经取得了很大的进步，但其低电流密度（高欧姆阻抗）、低能效和低操作压限制了其应用场景。相比之下，依赖于质子传输的PEM电解水制氢技术可以有效克服碱性环境中的问题。然而，

PEM电解池的强酸性的工作环境（pH≈2）需要使用贵金属催化剂保证其长服役性能。设计高活性和高稳定性的非贵金属催化剂将有效降低PEM电解池运行成本。

鉴于此，在此次研究中，研究人员利用硫掺杂诱导相结构转变策略，成功的将黄铁矿型二硒化钴（CoSe₂）转化为耐酸的白铁矿型CoSe₂。其在酸性条件下展现出优异的析氢性能：10mAcm⁻²的电流密度仅需67mV过电压，并稳定运行1000小时。将该催化剂用作PEM电解池的阴极，其在1Acm⁻²时仅需要1.79V的槽压，并稳定运行410小时

以上。

研究人员发现催化剂的析氢本征活性随着功函数或者零电荷电势的增大而增加。为理解其内在机制，研究人员用红外光谱进行原位测试，发现S掺杂的白铁矿型CoSe₂催化剂在施加电位下，其“gap-H₂O”分子的比例超过黄铁矿型催化剂，这是由于其零电荷电势更接近析氢热力学平衡电位，导致界面电场弱，从而对双电层中的氢键网络的扰动较弱，增强双电层中氢键网络的连通性，促进了氢在双电层中的传输。

在该工作中，研究人员通过S掺杂策

略，成功地实现了黄铁矿型CoSe₂向耐酸白铁矿型结构的转变，并展现出优异的析氢活性和稳定性。

此外，将该催化剂在实际的PEM电解池中表现优异，展现出广阔的潜在应用前景。研究表明，硫掺杂的催化剂具有更优的稳定性是因为Co-Se(S)键更强的共价性。

此外，硫元素还能有效调控催化剂的电子结构，增加界面氢键网络的连通性，提升双电层中的氢传输，从而更有利于氢吸附并增强催化性能。

论文的共同第一作者为中国科大博士后张晓隆、博士生余鹏程和苏晓智。中国科大高敏锐教授为通讯作者。

（合肥微尺度物质科学国家研究中心）

中国科大在《化学学会评论》发表二氧化碳电还原综述论文

《化学学会评论》上发表评述论文。

研究人员从二氧化碳分子的结构与性能、催化剂设计、催化剂重构、局域微环境调控、电解液调控以及电解器件优化等方面系统总结了二氧化碳还原反应中的富集策略，从宏观到微观深入分析了不同策略中反应物和中间体的富集机制，最后对富集效应促进二氧化碳还原中存在的挑战以及未来发展进行了展望。

利用电催化二氧化碳还原反应制取高附

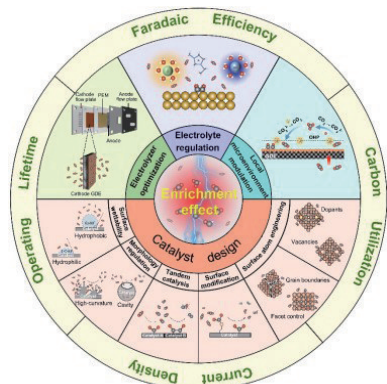
加值的多碳燃料受制于低的选择性和转化速率，其性能尚未满足工业化生产的要求。该技术发展的重要桎梏在于二氧化碳在水相中溶解度和扩散系数较低，二氧化碳易于与水溶液中的氢氧根反应形成碳酸盐，导致催化位点附近的二氧化碳和中间体的浓度较低，严重限制了二氧化碳向多碳产物转化。有研究表明，在催化位点附近富集CO₂分子和碳基中间体能够提升单位体积内活化分子百分数，增加分子间的有效碰撞，进而加快反应速率并提升

二氧化碳还原制取多碳产物的选择性。

近年来，高敏锐研究组致力于二氧化碳电还原催化剂的设计和应用研究，通过高曲率结构构筑、形貌调控，晶面调控以及晶相调控等催化剂改性策略，在二氧化碳电还原催化剂的研制方面取得系列的阶段性成果。

合肥微尺度物质科学国家研究中心高敏锐教授是论文通讯作者，第一作者为中国科大博士研究生杨明朋。

（合肥微尺度物质科学国家研究中心）



本报讯 近日，中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心高敏锐教授课题组在