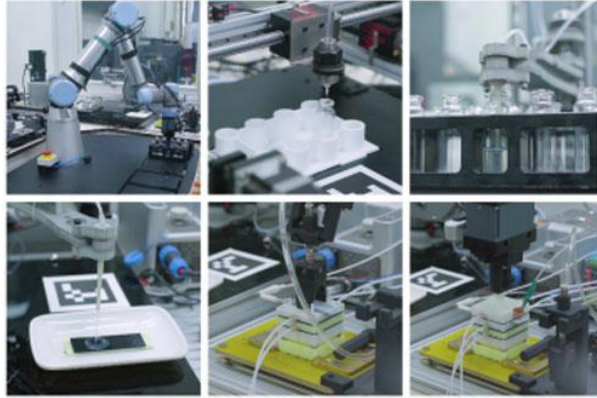




## 全自动月壤资源化利用实现高效地外燃料和氧气供应



图注：电催化CO<sub>2</sub>转化系统中催化剂制备到地外燃料和氧气生产的全过程无人操作。

近日，中国科学技术大学熊宇杰教授/龙冉教授等作为协作团队，与南京大学邹志刚院士/姚颖方教授团队紧密协作，发现“嫦娥五号”取回的月壤可以进行原位资源化利用（ISRU），作为电催化剂驱动地外燃料和氧气的生产。他们与我校江俊教授、罗毅教授和杨金龙院士合作，进一步展示了利用机器人实现从催化剂制备到地外燃料和氧气生产的全过程无人化操作。这种高效的地外燃料和氧气生产系统有望推动人类文明向地外定居点发展。这项研究由中国科学技术大学、南京大学、中国空间技术研究院合作完成，相关成果以“In situ resource utilization of lunar soil for highly efficient extraterrestrial fuel and oxygen supply”为题发表在国际学术期刊《国家科学评论》(National Science Review)上。

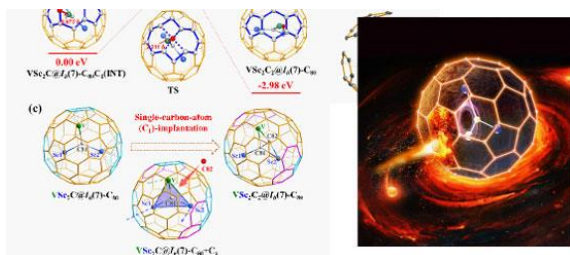
此次的“嫦娥五号”取回的月壤（月球样品由国家航天局提供，样品编号：CE5C0400），是自1976年前苏联Luna 24任务以来第一个从月球带回的月壤样品。鉴于该工作的主要目的是实现月壤的原位资源化利用，研究人员以月壤作为催化剂，直接在月壤上负载铜，用于电催化CO<sub>2</sub>转化测试。研究发现低电压输入下，铜负载月壤在CO<sub>2</sub>供气条件下的电流密度明显高于Ar供气条件下，表明了月壤作为该反应催化剂的巨大潜力。核磁共振与气相色谱检测证明该反应的主要产物的为氢气、甲烷和一氧化碳。

在确定了月壤原位资源化利用作为催化剂的潜力后，研究人员进一步分析月壤在电催化过程中的主要活性成分，以优化碳氢燃料的选择性。首先经过多种表征测试，确定了其主要成分为辉石、斜长石、橄榄石和钛铁矿。研究人员发现辉石是月壤作为电催化剂的主要活性成分，进一步研究发现辉石中的硅酸镁具有优异的电催化二氧化碳转化活性。随后，通过在硅酸镁上负载铜，实现了高效的甲烷（产生速率为0.8 mL/min）和氧气（产生速率为2.3 mL/min）生产。该性能可以与地球上现有的电催化剂性能相媲美，展现出了月壤资源化利用的巨大潜力。

此外，鉴于地外空间有限的劳动力资源，开发全自动的电催化CO<sub>2</sub>转化系统尤为关键。受限于较为复杂的工艺流程，二氧化碳转化系统的无人操作被认为是实现该技术在地外应用的瓶颈之一。因此，该研究团队将电催化CO<sub>2</sub>转化系统尽可能地简化，以满足机器人系统的操作需求，实现了该系统中催化剂制备、电解槽组装与电催化反应的全自动无人操作。

## 研究进展

## 中国科大提出全新的内嵌金属富勒烯形成机制



图注：(a)  $VSc_2C@I_h-C_{80}$ 和 $VSc_2C_2@C_{80}$ 的单晶结构图以及自驱动单原子碳注入机制示意图。(b)单原子碳注入过程效果图，形象地表示了在内嵌金属团簇形成的“黑洞”的吸引下，外部单原子碳（黄色）穿透富勒烯碳笼的过程，最终该单原子碳与碳笼内部的钒（白色）、铌（蓝色）及中心碳原子成键。

近日，中国科学技术大学杨上峰教授课题组合成了两种新型的基于过渡金属钒的内嵌金属富勒烯 $VSc_2C@C_{80}$ 和 $VSc_2C_2@C_{80}$ ，结合这两种分子结构上的关联性，提出一种全新的内嵌金属富勒烯形成机制——自驱动单原子碳注入机制，在内嵌金属富勒烯领域取得重要进展。研究成果发表在国际著名期刊《Proceedings of The National Academy of Sciences of the United States of America》上。

杨上峰教授团队在前期工作的基础上（*J. Am. Chem. Soc.* 2016, 138, 207; *Angew. Chem. Int. Ed.* 2018, 57, 10273），合成并分离出两种新型的基于过渡金属钒的内嵌金属富勒烯 $VSc_2C@C_{80}$ 和 $VSc_2C_2@C_{80}$ 。他们与中国科学技术大学李群祥教授课题组、厦门大学谢素原院士团队合作，利用单晶X射线衍射技术精确表征了它们的分子结构，结合DFT理论计算对其电子结构进行了系统研究，发现这两种内嵌金属富勒烯的分子结构和电子结构存在极大的相似性。

在此基础上，杨上峰教授课题组提出它们之间存在一种全新的内嵌金属富勒烯形成机制——自驱动单原子碳注入机制。该机制可以分为两个过程，包括：（1）独碳团簇金属富勒烯（ $VSc_2C@C_{80}$ ）对单原子碳的吸附；（2）单原子碳注入到碳笼形成双碳团簇金属富勒烯 $VSc_2C_2@C_{80}$ 。该结果对于深入理解内嵌金属富勒烯的形成机理以及合成新结构内嵌金属富勒烯具有重要意义。

审稿人认为“这两种金属富勒烯的结构很新颖”（“These two metallofullerenes are new and their structures are amazing.”）

## 中国科大在阳极析氧反应催化剂设计中取得新进展

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曾杰教授团队通过精准的单原子锚定位点设计，构筑出了可以高效催化电化学阳极反应的单原子催化剂。相关成果分别发表在《自然·通讯》和《美国化学会志》（封面论文）上。

现有的单原子制备技术尚无法把单原子均匀、精准地锚定在载体表面的某一种特定位点处。因此，亟需发展能够精细调控单原子在载体表面锚定位点的合成方法，进而实现对单原子电子结构和配位环境的有效调控。

基于以上挑战，研究人员采用电化学沉积技术，选择性地将单原子铱锚定在羟基氧化钴载体表面氧原子的三重中空位点处和氧空位处。测试表明，相比于锚定在氧原子的三重中空位点处的铱单原子，锚定在氧空位处的铱单原子展现出更优异的电化学阳极反应性能。谱学表征及理论模拟发现，锚定在羟基氧化钴不同位点处的单原子具有不同的配位环境，且通过不同的机制提升电化学阳极反应的速率。对于锚定在氧原子的三重中空位点处的铱单原子催化剂，铱-钴之间的强电荷相互作用增强了钴位点对反应中间体的吸附。而对于锚定在氧空位处的铱单原子催化剂，铱-钴之间电荷效应不明显。但是，铱单原子特殊的配位结构会与电化学阳极反应中间体之间形成氢键相互作用，最终通过构型效应稳定了中间体，降低了反应能垒。

此外，研究人员通过将配位环境相同的铱单原子分别锚定在羟基氧化钴载体的晶格处和表面氧空位处，构造出了两种不同的单原子-载体界面结构，并以此来探究原子级界面对电化学阳极反应的调控机制。研究结果发现，处于晶格位点的铱-氧八面体与近邻共边的钴-氧八面体之间会产生电荷转移，导致钴位点对电化学阳极反应中间体的吸附增强。而锚定在羟基氧化钴表面的铱-氧八面体则通过共点的氧与钴-氧八面体连接，故其与羟基氧化钴之间产生的电荷效应有限。但是，该结构在催化剂表面形成了独特的一个铱-氢氧-钴界面，并通过空间相互作用调控了关键反应中间体在其表面的吸附构型，从而大幅提升了该催化剂的电化学阳极析氧反应性能。

以上研究从原子尺度揭示了单原子锚定位点对其电催化性能的调控机制，也为设计高效的电化学阳极析氧反应催化剂提供了新的思路。



## ◆合肥微尺度物质科学国家研究中心-生物分析化学院士合作研究中心揭牌

8月21日，合肥微尺度物质科学国家研究中心-生物分析化学院士合作研究中心（以下简称“中心”）揭牌仪式在东区水上报告厅举行。副校长杨金龙，合肥微尺度物质科学国家研究中心主任罗毅、党委书记兼副主任王兵、副主任肖翀与校内外邀请专家，中心各课题组负责人、学生代表等参加揭牌仪式。王兵主持会议。

生物分析化学院士合作研究中心依托合肥微尺度物质科学国家研究中心，由清华大学李景虹院士任负责人，结合中国科学技术大学及清华大学在分析化学与化学生物学领域的人才优势和学科积累，针对分析化学、化学生物学等前沿科学问题开展交叉科学研究，促进重大原创性科技成果产出，推动高端交叉人才培养。

罗毅简要介绍了中心的筹建历程，包括实验室主体建设、团队组建、人才培养等方面，并提出殷切希望“祝中心未来硕果累累、蓬勃发展”。

李景虹作题为《生物分析化学院士合作研究中心发展计划》的报告，全面介绍了中心团队与研究方向，明确“与大科学装置与创新仪器设备相结合，与临床数据相结合”的发展特色，提出发展“全链条式生物分析化学研究”、分析化学与生物信息学、量子科学相结合的未来方向，并着重强调中心以后在人才引进与人才培养方面的工作计划。

杨金龙、李景虹一起为“生物分析化学院士合作研究中心”揭牌。



## ◆中国科大薛天教授获2022年“科学探索奖”

9月15日，第四届“科学探索奖”获奖名单揭晓，中国科大薛天教授荣获“科学探索奖”-“医学科学”奖项。

“科学探索奖”面向基础科学和前沿技术领域，支持在中国内地及港澳地区全职工作的、45周岁及以下青年科技工作者，每年评选产生50位获奖人。50位青年科学家每人将在未来5年内获得腾讯基金会总计300万元人民币奖金，并可自由支配奖金的使用。该奖于2018年由腾讯基金会发起人马化腾，携手杨振宁、潘建伟、施一公、饶毅等知名科学家共同发起设立，旨在通过激励青年科技工作者，助力我国原始创新能力的提升。

## ◆中国科大袁岚峰在2022年中国网络文明大会入选青年好网民代表

8月28日至29日，2022年中国网络文明大会在天津召开。来自全国各地、各行各业的20位青年好网民代表，在由中央网信办、共青团中央指导举办的“网络文明社会共建”分论坛上获颁“青年网络文明使者”证书。我校合肥微尺度物质科学国家研究中心副研究员、科技传播系副主任、中国科学院科学传播研究中心副主任袁岚峰博士，作为第一位代表领奖。

在会议组织者制作的视频中，介绍袁岚峰向观众传播多领域的科学知识、科学规范与科学思维方式，撰写大量科普文章，制作专栏科普短视频，在网上积极传播科技进步和创新的时代声音。近年来，袁岚峰还曾获“典赞·2018科普中国”十大科学传播人物、“2020年安徽省最美科技工作者”等表彰。他的科学传播工作涉及量子信息、核聚变、引力波、高能物理、航天、数学、二氧化碳转化、新能源、疫苗、人工智能等领域以及科学界的大图景，科普视频节目“科技袁人”播放量以十亿计，为中国科学技术大学、中国科学院与中国科技界获得了大量公众关注，激励和吸引了许多观众对科学产生兴趣。