氢能行业资讯与研究

HYDROGEN ENERGY INDUSTRY NEWS AND RESEARCH

2025 年 第 3 期(总刊第 3 期) 2025-2-19 出版

本期推荐>>>

■国家发展改革委、国家能源局：印发《关于深化新能源上网电价市场化改革促进新能源高质量发展的通知》

■交通运输部：“健全氢能交通产业链条”入选交通强国建设试点典型经验

■内蒙古自治区:达茂旗至包头市区氢气长输管道工程项目获得核准

■中国石化石科院:我国首座商业化分布式氨制氢加氢一体站完成调试

■研究报告：熟化诱导嵌入形成的超稳定析氧反应电催化剂

一、政策动态

1.国家发展改革委、国家能源局：2月9日国家发展改革委、国家能源局联合印发《关于深化新能源上网电价市场化改革促进新能源高质量发展的通知》，文件指出，推动新能源上网电量参与市场交易。新能源项目（风电、太阳能发电，下同）上网电量原则上全部进入电力市场，上网电价通过市场交易形成。

来源：国家发展和改革委员会

2.交通运输部：“健全氢能交通产业链条”入选交通强国建设试点典型经验。2月11日，交通运输部办公厅印发交通强国建设试点典型经验清单（第一批），包含“健全氢能交通产业链条”（试点任务：交通与旅游等产业融合发展，组织单位：广东省交通运输厅）。试点城市广东佛山投入应用1000辆氢燃料电池公交车，建成加氢站36座。

来源：交通运输部

3.生态环境部：2月12日，生态环境部等五部门印发《国家重点推广的低碳技术目录（第五批）》。9项氢能技术入选包括纯氢竖炉还原技术、分层供热低碳富氢烧结技术、富氢碳循环氧气高炉低碳冶金技术、高效还原“3R”碳氢高炉技术、氢冶金直接还原炼铁工艺技术、甲醇双燃料直流综合电力推进智能散货

船关键技术、氢燃料动力船舶关键技术、新型氢-电混合动力系统集成控制关键技术、大功率船用甲醇燃料发动机等多项氢能技术。

来源：生态环境部

4.重庆市：加快推动成渝、渝桂西部陆海新通道氢走廊建设。2月10日，重庆市发展和改革委员会公开征求《重庆市有效降低全社会物流成本行动方案（征求意见稿）》意见，提出加快推动成渝、渝桂西部陆海新通道氢走廊建设，谋划布局建设加氢站设施。鼓励重庆企业建造采用液化天然气（LNG）、甲醇等绿色动力的江海直达船舶，推动长江绿色航运发展。

来源：重庆市发展和改革委员会

5.内蒙古：落实绿氢产业先行区行动方案力争绿氢产能达到20万吨。2月11日，内蒙古自治区人民政府关于下达2025年自治区国民经济和社会发展计划的通知。通知指出：绿氢产业，落实绿氢产业先行区行动方案，推进绿电制氢氨醇项目建设，力争绿氢产能达到20万吨。开工建设中石化乌兰察布至燕山石化输氢管道、赤峰至锦州港至上海绿氢走廊。加快推进“绿氢+工业”、“绿氢+交通”等应用消纳场景试验示范，壮大氢能装备制造产业。

来源：内蒙古自治区人民政府

6.甘肃省:打造河西“绿氢走廊”构建风光氢氨醇一体化产业体系。2月11日，甘肃省人民政府办公厅印发《打造全国重要的新能源及新能源装备制造基地行动方案》，提出推动绿氢产业规模化发展。实施绿电交易、新能源直供、离网等多种模式的绿电制氢项目，降低绿电制氢成本和电解水制氢对电网的依赖性，推进氢能与风电、光伏、储能等融合发展，打造河西“绿氢走廊”。

来源：甘肃省人民政府

二、行业资讯

1.前沿技术

（1）国内首架吨级液氢电动垂直起降无人机试飞成功。2月10日，国内首架吨级液氢电动垂直起降无人机日前在当地试飞成功。这是陕西在液氢应用领域取得的重大突破。

据介绍，此次试飞的是吨级液氢电动垂直起降无人机，地点位于凤翔高新技术产业开发区西交大低温液氢试验基地内。试验由西安交通大学能动学院领衔，试飞的无人机由陕西、北京等地的数家科技公司联合研发。试飞的目的在于验证37KW风冷堆搭载30L液氢储供系统的可行性，获取压力、流量、温度、电堆功

率输出等重要实验数据，为液氢存储系统轻量化、振动载荷和氢安全提供优化方向、设计依据，将为后续液氢动力飞行器的发展奠定坚实的技术基础。

来源：北极星氢能网

（2）持续推动氢内燃机发展，康明斯 15 升 2600 牛米氢发动机装车路测。据外媒报道，康明斯研发的 X15 系列大排量氢燃料发动机，已在美国彼得比尔特卡车上展开路测，这代表着康明斯 X15 系列氢燃料发动机已然具备了量产装车的技术基础。

据悉，这款 15 升六缸氢燃料发动机与柴油机共享基础架构，与目前现有保有量巨大的同品牌柴油发动机机，可实现 80%的零部件通用率。不同的是，该氢燃料发动机配备了专门的氢气喷射系统，并搭载有可变几何涡轮增压技术，以便氢气能够燃烧更加完全。

来源：氢云链

（3）北大团队零碳制氢重大突破。近日，北京大学马丁教授团队及合作者聚焦制氢技术分别于 2 月 13 日及 14 日在 Nature 和 Science 上发表两项重磅研究成果，这位两刊“双料”科学家团队为清洁能源领域带来突破性进展。

研究团队在《Nature》杂志发表的研究成果题为“Shielding Pt/γ-Mo2N by Inert Nano-overlays Enables Stable H2Production”，

聚焦催化剂稳定性，延续了马丁教授此前在甲醇和水重整制氢方面的研究，创新性地引入稀土元素对催化剂进行改造，开发出了一种全新且泛用的高活性产氢催化剂稳定策略。

研究团队在《Science》杂志发表的题为“Thermal catalytic reforming for hydrogen production with zero CO_2emission”的研究成果则聚焦于乙醇和水分子重整的零碳排放制氢路径。团队开发了一种高效的 Pt-Ir/α-MoC 界面催化剂，不仅实现了水分子和乙醇分子的同时活化，还成功避免了乙醇分子 C-C 键的断裂。

来源：北极星氢能网

2. 市场概况

（1）5 万辆氢电两轮车签约。2 月 11 日，协氢新能源与深圳氢蜂动力在枣庄市隆重举行“5 万辆氢电共享两轮车签约暨枣庄氢电共享两轮车投放签约仪式”。深圳氢蓝时代执行总裁李甲录及协氢新能源董事长赵麒麟共同出席此次签约。此次合作标志着氢能两轮电动车进入规模化商业运营的新阶段，为城市绿色出行注入新动能。

来源：协氢新能源

（2）庆铃股份公司 49T 氢能源重卡批量交付湖北。近日，庆铃股份公司快速拿下湖北氢能源商用车大量订单，49T 氢能源

重卡已顺利发运湖北。此次共采购 500 台氢能商用车，首批交付氢能重卡共 20 台。该车利用燃料电池将氢气和氧气结合产生电能驱动电动机，排放物仅为水，环保无污染。同时运营成本较低，氢燃料成本较柴油节省 30%-35%，维保成本仅为燃油车的 30%，且燃料电池系统寿命超 10 年，最大程度降低用户使用成本。智能化与安全性强。配备智能驾驶辅助系统（ABS+ESC、车道偏离预警等）、车联网功能（实时监控、远程诊断等），有效提升运营效率与安全性。燃料电池系统达到行业领先水平，并通过 ASIL-B 国际功能安全认证。适用场景多。该车已在高温、高寒、高原等极端环境下顺利通过试验、标定、验证，产品可靠耐用。同时续航里程可达 600 公里，适配跨省市运输（如成渝氢走廊、京津冀干线），目前已在全国 17 个省市 40 余行业高效运营。

来源：北极星氢能网

3.行业热点

（1）达茂旗至包头市区氢气长输管道工程项目喜获核准。1 月 27 日，达茂旗至包头市区氢气长输管道工程项目获得核准。该项目属于内蒙古自治区“一干双环四出口”绿氢输送管网支线项目，全长约 190km，将从达茂旗一直通到昆区。管道投产后能够实现高纯度氢气从生产地到消费地的长距离、大规模、低成本运输。

来源：内蒙古自治区能源局

（2）我国首座商业化分布式氨制氢加氢一体站完成调试。近日，我国首座商业化分布式氨制氢加氢一体站中国石化广西石油南宁振兴站完成联调联试，产品经第三方检测，达到燃料电池车用氢标准（GB/T37244-2018），成果进行燃料电池车首车商用充装。南宁振兴站采用的分布式氨分解制氢技术由石科院自主研发，具有中国石化完全自主知识产权。此外，项目采用的主要加氢设备及系统均由中国石化机械股份公司自主生产建设。

来源：中国石化石科院

（3）吉利醇氢电动汽车，亮相亚冬会。2 月 7 日，第九届亚洲冬季运动会开幕式在黑龙江省哈尔滨市举行。作为官方合作伙伴，吉利控股集团为本次盛会提供了 950 辆服务保障用车，其中 350 辆是醇氢电动汽车，这也是吉利醇氢电动汽车在亚冬会的首次亮相。据了解，每升甲醇的价格是 2.5 元。醇氢电动既可以加甲醇，也可以加油，还可以随心混加，而且是同一个加注口，也就是“可甲醇、可燃油、可电动”。此外，醇氢电动车的好处是不怕冷，即使在零下几十度的环境下，也能保持稳定的续航能力。

来源：第一氢能与燃料电池

三、专题研究

熟化诱导嵌入形成的超稳定析氧反应电催化剂

--复旦大学高分子科学系

想象未来有一天，你开的电动车是氢燃料电池驱动，穿的衣服是用氢气和二氧化碳制造，烧菜的燃气灶不再是天然气，而是氢气。能源转型时代，氢能成为重要的能源解决方案，在实现“碳中和”目标中发挥至关重要的作用。

北京时间 2 月 14 日复旦大学高分子科学系、聚合物分子工程全国重点实验室张波教授团队、徐一飞青年研究员团队联合化学系徐昕教授团队在《科学》杂志（Science）发表关于质子交换膜电解水装置（PEMWE）催化剂的最新研究成果题为《熟化诱导嵌入形成的超稳定析氧反应电催化剂》（“Ultrastable supported oxygen evolution electrocatalyst formed by ripening induced embedding”）。

这一历时三年研发的电解水制氢成果，通过创造性的催化剂设计思路，大幅提高制氢效率和稳定性，为绿色氢能可持续发展提供技术支撑。让“麻球”上的“芝麻”更坚固，催化剂中贵金属用量降低 85%。

随着全球应对气候变化和能源转型的压力日益加剧，绿色氢气作为一种高效、可持续的能源载体，越来越受到关注。在绿色氢气的生产过程中，PEMWE 电解水（质子交换膜电解水）技术是当前最为前沿的技术之一，其高效分解水产生氢气的能力使其在

全球绿色氢能的产业化进程中占据重要地位。

然而，PEMWE 技术的广泛应用仍面临几个技术瓶颈，其中最主要的挑战之一便是催化剂。PEMWE 依赖于析氧反应（OER）催化剂，这一催化过程的效率直接决定了整个电解水反应的能效与经济性。目前，铱及其氧化物（IrO_x）是唯一可以在 PEMWE 高酸性环境下稳定工作的催化剂。作为一种贵金属，铱价格昂贵，且在地壳中储量极为有限，目前地球上已探明的铱储量仅 6400 吨，这对大规模部署 PEMWE 电解水系统构成了巨大的经济障碍。同时，铱基催化剂的催化活性和稳定性尚无法满足未来绿色氢能产业的需求。

因此，开发一种低成本、高效、稳定的 OER 催化剂，成为全球学术界和工业界迫切需要解决的核心问题。为突破这一瓶颈，张波团队提出一种创新的催化剂设计方案——将氧化铱纳米颗粒嵌入在氧化铈载体中，形成一种稳定且高效的负载型催化剂，将铱的用量降低了 85%，并且大幅提升了催化效率，使器件整体能效提升了 65%。

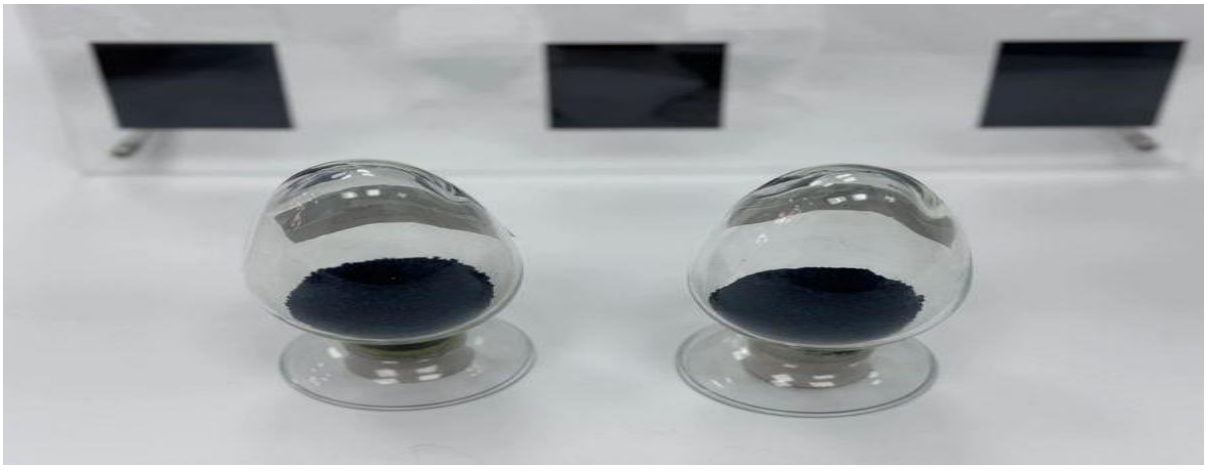


图 1. 铱/铈嵌入式载体型催化剂

具体而言，研究团队利用纳米晶体在超声和加热作用下发生的自发长大（熟化）过程，通过构建载体生长速率和催化剂成核速率的匹配关系，将 IrO_x 纳米颗粒嵌入在氧化铈载体中，形成一种稳定且高效的负载型催化剂，从而大幅提升催化的效率和稳定性（图 2）。

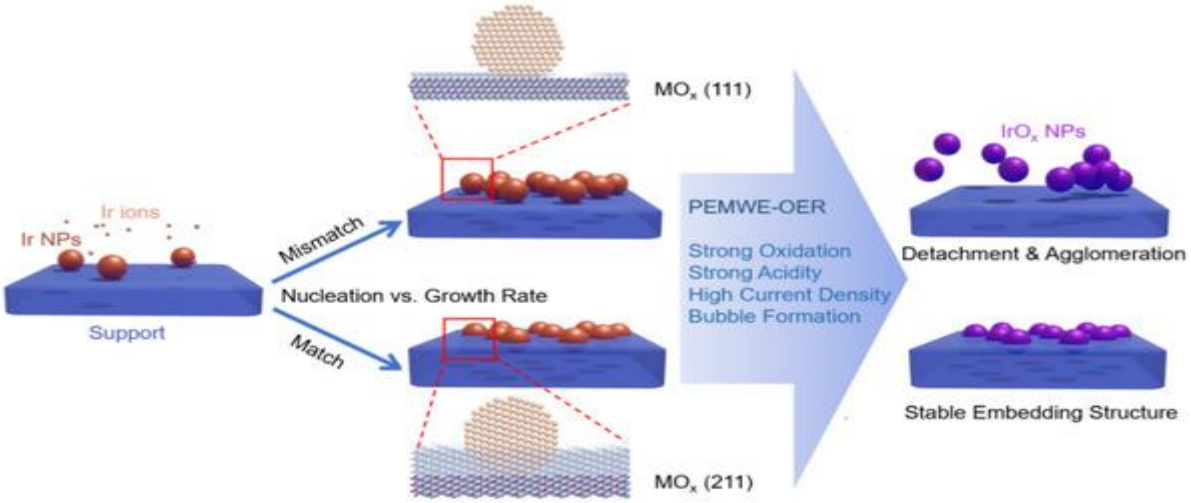


图 2. 熟化诱导嵌入式催化剂的设计思路示意图

“形象地来说，负载型催化剂看上去就像我们早餐吃的麻球。‘麻球’表面的‘芝麻’就是氧化铱。正是这些‘芝麻’在发挥催化作用。”张波打比方道。但这种结构就导致一个问题，电解水制氢过程中会产生大量气泡，不断冲刷催化剂，导致粘附在“麻球”上的“芝麻”很容易脱落，从而造成催化剂的失活。

如何才能让“芝麻”不容易脱落？张波想到了牙齿：“牙齿是种在牙床上的。如果把‘芝麻’一半嵌在‘麻球’里，一半露

在外面，那么即便气泡再怎么冲刷，‘芝麻’也不会轻易脱落了。”

理论计算+电镜应用，交叉团队联合验证方法有效性。在“麻球”上“种芝麻”的想法提出后，还需要理论计算团队与实验团队的合作，才能让应用场景真正落地。

在 PEMWE 电解水制氢系统中，需要通过严密的理论计算让“麻球”生长的速度和表面“芝麻”生长的速度相匹配，才能使其恰好达成一半在外一半嵌入的效果。否则，如果二者的生长速度失衡，可能导致两种情况：一是“芝麻”被“麻球”全部吞掉，丧失催化活性；二是“芝麻”只粘附了一点，导致脱落风险增加。为了得到两者之间匹配的生长速度，化学系徐昕教授团队基于“快慢过程分离”的原则，自主研发了高效算法，实现了百万原子级催化剂在数小时内生长过程的精确理论模拟。理论仿真结果表明，载体高能面的持续生长是将“芝麻”恰好嵌入“麻球”的关键。

实验上，尖端科研仪器的应用，使得催化剂合成生长过程能够“眼见为实”。基于张波团队提出的假设，利用冷冻透射电镜(CryoTEM)以及冷冻断层扫描技术（CryoET），高分子科学系徐一飞青年研究员通过时间分辨的合成过程，清楚地看到“芝麻”颗粒怎么长大、怎么嵌入。

团队对催化剂在溶液中的形成过程及最终形貌进行了原位高分辨三维观测，有效确认了该合成策略的有效性。得到实验结果与理论全原子动力学蒙特卡洛（KMC）模拟相互验证，确认了

载体和催化剂生长速度的匹配是将“芝麻”嵌入“麻球”的决定性因素（图 3）。

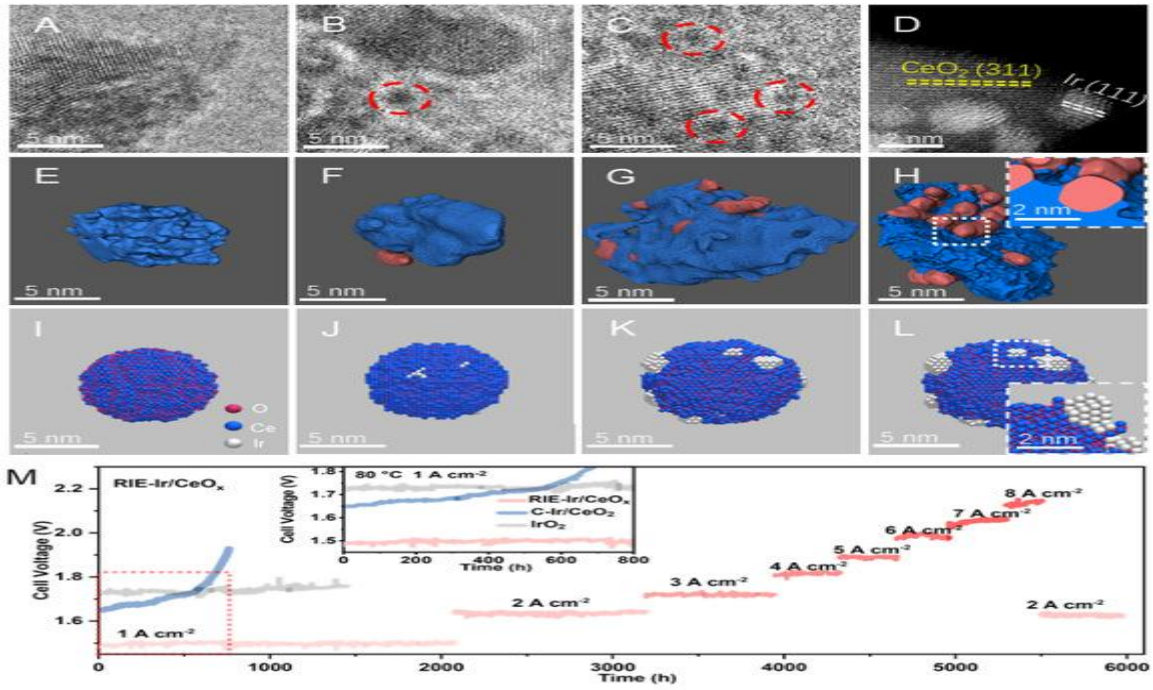


图 3. 新型催化剂形成过程的 CryoTEM/ET 观测、KMC 模拟以及 PEMWE 工况性能检测

对该催化剂进行长达 6000 小时的 PEMWE 工况测试结果表明，合成的嵌入式催化剂有效地防止了铱颗粒的溶解、脱落和团聚，显著提高了催化剂在长期运行中的活性和稳定性。具体来说，在绿氢制备的工业级电流密度（3A/cm2）下，该催化剂的电池电压低至 1.72V，电压衰减率仅为 1.3μV/h，膜电极中的贵金属负载总量仅为 0.4g/cm2（图 2），全面超出美国国家能源局设计的 2026 年国际指标。根据实验结果估算，由此制备出来的产品寿命高达 15 年以上。

该成果的三年研发过程，让张波感受到学科交叉合作的重要性：“团队协作相当重要，就像一个水桶，只有每块板都很长，拼出来的水桶才足够高。不同学科背景的团队发挥所长、共同攻关，最终方能解决复杂问题。”上接光伏储能、下接工业脱碳，助力电解水行业降本增效。

2020 年 9 月，中国提出 2030 年“碳达峰”与 2060 年“碳中和”目标。根据国际能源署（IEA）的预测，到 2050 年，全球氢气需求将达到约亿吨以上，其中大部分来源于绿色氢气。本次研究成果将为实现我国以及全球碳中和目标提供关键技术支撑。

作为国内最早从事电解水研究的团队之一，张波团队持续探索电解水催化机理、推动产学研融合多年。“电解水制氢系统上接规模化的光伏风电储氢，下接工业深度脱碳，关系到国计民生，可以渗透到社会生产生活的方方面面。”张波认为。

在上游产氢端，风力、光伏发电与核电、火电的一个重要区别，在于受到季节和气候限制，是间歇式发电，不能直接并入国家电网，而电解水制氢系统可以弥补这一短板，将多余电能及时转化为化学能，实现跨季节、规模化的柔性储能。比如，在夏天能量较多时，可以将电能变成氢气储存起来，想用电能的时候再将能量释放出来。

在下游脱碳端，二氧化碳可以和氢气结合变成甲醇、乙烯等各类化学品。从这个角度，工业上有二氧化碳排放的行业，例如水泥、钢铁、石油加工、煤化工等，都可以运用电解水制氢系统

产生绿氢，耦合二氧化碳变成高附加值化学品，推动整个工业深度脱碳。

当前，由于催化剂成本较高，PEMWE 电解水制氢技术在国内只有 3%的市场，而国外则达到了 47%。在本次成果基础上，张波团队将致力于将基础研究与产业应用紧密结合，联合企业开展成果转化，提升国内 PEMWE 技术的市场份额，助力电解水行业降本增效。

长远来看，随着 PEMWE 技不断发展，氢气的应用领域也将不断拓宽，从传统的工业领域到电动交通、分布式发电、能源存储等多个领域，氢能有望成为未来全球能源体系的重要组成部分。

主　　办：内蒙古自治区氢能产业发展促进会
承　　办：华电内蒙古能源有限公司规划发展部
内 容 编 辑：郭　嘉 李特日根 张　蕾
编 辑 指 导：赵毅峰　程树鑫　王　潇
编 辑 审 核：焦　佳
联　系　人：张　蕾
邮　　箱：hdnmgqn2024@163.com