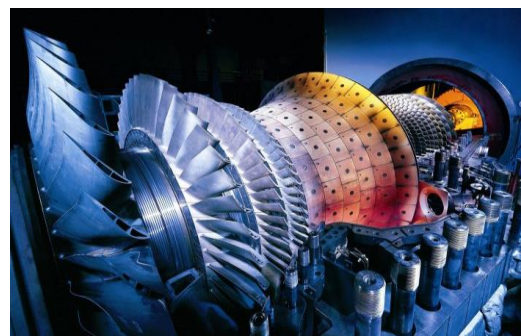


先进能源科技动态监测快报



本期重点

- 欧盟委员会：能源联盟进展显著 持续深化仍需努力
- 欧盟提出清洁交通一揽子计划推进新能源汽车发展
- 欧盟发布“地平线 2020 计划”2018-2020 年资助方案
- 低成本无离子掺杂空穴钙钛矿电池效率达 21.2%

主管：中国科学院文献情报系统学科情报服务协调组

主办：中国科学院武汉文献情报中心



《先进能源科技动态监测快报》

中国科学院武汉文献情报中心

湖北省武汉市武昌区小洪山西 25 号 (430071)

网址:

<http://www.whlib.ac.cn>

联系人:

赵晏强

zhaoyq@whlib.ac.cn

郭楷模

guokm@whlib.ac.cn

电话:

027-87197630



先进能源情报网

<http://energy.whlib.ac.cn>



先进能源科技战略情报研究中心

微信公众号



先进能源情报网微信公众号

中国科学院文献情报系统先进能源情报网简介

中国科学院文献情报系统先进能源情报网是在中国科学院文献情报系统学科情报服务协调组的整体组织和指导下,由中国科学院武汉文献情报中心牵头组建,联合中国科学院文献情报系统能源领域相关研究所,共同搭建的情报研究资源共享及协同服务的非营利性情报研究及服务团体。先进能源情报网将汇聚中科院文献情报系统内与领域相关的战略情报研究人员、学科情报人员、研究所科研管理人员、研究所文献情报人员,以及相关的管理和学科专家,通过“协同开展情报研究服务、组合共建情报产品体系、促进情报资源交流共享、提升整体情报保障能力”的工作方式,创新院所协同的情报研究和服务保障模式,促进情报资源的共享、情报需求和情报供给的对接、情报技术方法的合作开发,实现情报能力的扩散和提升,进而对中国科学院各个层面(院层面、所层面、项目团队层面及科研人员层面)的重要情报需求提供坚实保障。

先进能源情报网成员单位

成员单位	单位名称
组长单位	武汉文献情报中心
副组长单位 (排名不分先后)	合肥物质科学研究院 大连化学物理研究所 青岛生物能源与过程研究所 广州能源研究所
成员单位 (排名不分先后)	上海高等研究院 山西煤炭化学研究所 上海应用物理研究所 兰州近代物理研究所 广州地球化学研究所 过程工程研究所 电工研究所 工程热物理研究所 武汉岩土力学研究所 武汉物理与数学研究所 苏州纳米技术与纳米仿生研究所 福建物质结构研究所

目 录

决策参考

欧盟委员会：能源联盟进展显著 持续深化仍需努力	2
欧盟提出清洁交通一揽子计划推进新能源汽车发展	6

项目计划

欧盟发布“地平线 2020 计划”2018-2020 年资助方案	7
DOE 资助 860 万美元开展化石能源系统创新研发	9
DOE 资助 800 万美元支持海洋碳封存技术开发	10
DOE 启动新一轮热电联产技术援助合作项目	11

前沿与装备

低成本无离子掺杂空穴钙钛矿电池效率达 21.2%	12
新型阳离子无序正极材料减少氧损失增强电池性能	13
新技术实现二氧化碳与甲烷到高价值化学品一步催化转化	13
新型交叉共晶合金电极提升锂电池储电容量	14

本期概要

欧盟委员会发布了第三版《能源联盟进展》报告，总结了第二版报告发布一年来能源联盟取得的一系列重要进展，同时展望 2018 年：欧盟正在从以化石燃料为基础的传统能源体系转向低碳、智能、高效的现代能源体系。在欧盟的能源结构中，可再生能源占比继续上升，并有望在 2020 年达到 20%。2017 年，欧盟委员会开始为仍然高度依赖煤炭和碳密集型产业的能源转型地区量身定制了相关政策，并与其 14 个岛国成员签署了一项政治宣言，以加快推进岛屿清洁能源转型。欧盟加大了清洁能源技术的投资规模，用于低碳技术研究和创新的资金超过 26 亿欧元，而“地平线 2020”计划将在 2018-2020 年期间向清洁能源技术开发投资超过 20 亿欧元。展望 2018 年，为了保障能源联盟目标顺利推进，欧盟提出了三大战略建议，包括：（1）尽快就 2020 年后的欧盟能源和气候政策草案建议达成一致；（2）各成员国应该加快推进其综合国家能源和气候计划的制定工作；（3）倡导全欧洲（从国家到居民）积极参与到能源转型工程当中。

欧盟委员会针对乘用车和货车二氧化碳排放目标提出了一份全新提案，即到 2030 年新汽车和货车平均二氧化碳排放量必须在 2021 年水平上下降 30%，并鼓励汽车制造商转向新能源汽车研发，以应对气候变化挑战。为了实现上述目标，欧盟提出了全新的清洁交通一揽子计划，包括：（1）实施新的二氧化碳排放标准，帮助制造商实现创新，向市场供应低排放车辆；（2）采用新的“清洁车辆指令”；（3）跨欧洲部署替代燃料基础设施的行动计划和投资解决方案；（4）修订综合交通运输指令；（5）采用新的“客运汽车服务指令”；（6）发布“电池倡议”。详见正文。

欧盟“地平线 2020”科研创新计划将在未来三年（2018-2020 年）提供高达 300 亿欧元的资助，“安全、清洁与高效能源”资助方案的研究与创新活动将主要围绕四个重点目标：（1）围绕“建立一个低碳和气候适应型的未来”目标将投入 19.53 亿欧元，（2）围绕“循环经济”目标将投入 1200 万欧元，（3）围绕“欧洲工业和服务业的数字化转型”目标将投入 3000 万欧元，（4）围绕“提高安全联盟的效能”目标将投入 2000 万欧元。

美国能源部（DOE）宣布资助 860 万美元用于涵盖五大主题的先进燃烧系统交叉研究项目，旨在开发创新技术，促进传感器和控制器、建模和仿真以及高性能材料的研究和技术开发，提高化石能源电力系统的效率：（1）改进燃煤电厂废气和温度监测技术；（2）燃煤电厂极端环境材料的特性研究；（3）化石能源极端环境材料模型开发；（4）煤炭发电系统水资源管理的创新理念；（5）燃煤电厂的废水管理。

德国纽伦堡大学 Christoph J. Brabec 教授课题组开发的钙钛矿薄膜电池，最佳光电转换效率达到了 21.2%，并且可以稳定运行超过 1000 小时：研究人员通过液相旋涂法制备了钽-氧化钨（Ta-WO_x）修饰的聚噻吩衍生物 PDCBT，获得了廉价高效稳定的无离子掺杂新型空穴材料 Ta-WO_x/PDCBT，为钙钛矿电池走出实验室迈向商业化奠定了坚实的技术基础。

欧盟委员会：能源联盟进展显著 持续深化仍需努力

11月24日，欧盟委员会发布了第三版《能源联盟进展》报告¹指出，欧盟向低碳经济转型的目标正在逐步实现，总结了第二版报告发布一年来能源联盟取得的一系列重要进展。同时展望2018年，强调了良好的基础设施、政策和投资环境对能源系统进一步的深入转型至关重要。随着能源和信息通信技术的不断融合，联盟在未来将重点关注能源数字化转型新项目，同时将持续加强清洁能源基础设施建设及相关立法工作，鼓励全社会积极参与到低碳转型的工作之中，以保障能源联盟战略的顺利实施，进一步推进欧盟低碳经济转型，实现可持续发展目标和循环经济。报告要点如下：

欧盟正在从以化石燃料为基础的传统能源体系转向低碳、智能、高效的现代能源体系。在欧盟的能源结构中，可再生能源占比继续上升，并有望在2020年达到20%。2015年，可再生能源电力占到欧盟新增发电量的77%，连续第八年成为欧盟新增发电量的主要来源。此外，可再生能源的成本已经显著下降，尤其是太阳能光伏、风力发电，这有助于增强投资者对技术进步、政策设计和电力市场改革的信心。2015年，得益于可再生能源的发展，欧盟节约了160亿欧元的能源进口费用，到2030年预计节约的能源成本将达到580亿欧元，表明了可再生能源的发展增强了欧盟的能源供应安全。

得益于清洁能源发展，欧盟碳排放强度逐渐下降，即经济增长和碳排放脱钩程度进一步加大。2016年，欧洲经济复苏促使工业和经济活动增加，GDP总体增长1.9%，但碳排放量却下降了0.7%，而在排放交易体系（ETS）覆盖的欧盟成员国则下降得更快（2.9%）。总体而言，1990-2016年间，欧盟的GDP增长了53%，但碳排放量却下降了23%。与此同时，欧盟的能源强度也在逐步下降，即经济增长和能源消费之间也已经脱钩。欧盟能源强度的稳步下降主要是能效措施出台的结果。相对于异常温暖的2014年，2015年由于经济复苏、油气价格走低及冬季寒冷，欧盟能源消费需求略有回升，但长期下滑的趋势是明显的：2015年，欧盟一次能源消费量比1990年减少2.5%，而同期GDP增长53%。因此，从现在到2020年，欧盟仍需要将其一次能源消费量占比降低3.1%，才能达到其设定的2020年能效目标。

¹ Third Report on the State of the Energy Union. https://ec.europa.eu/commission/publications/third-report-state-energy-union_en

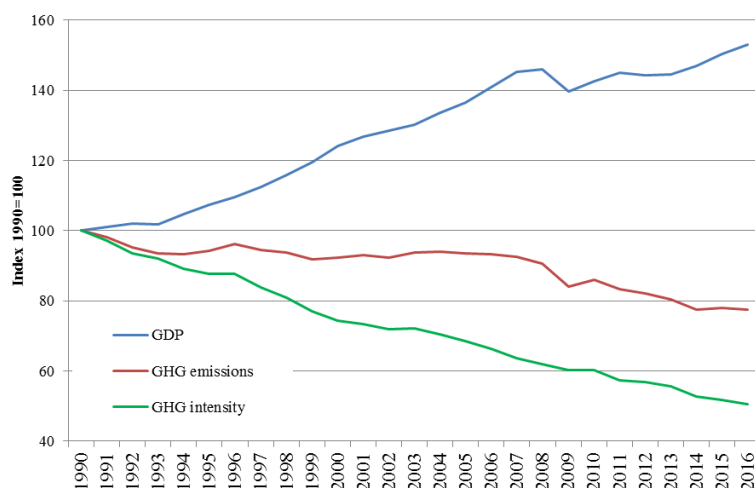


图 1 1990-2016 年欧盟经济增长和碳排放量变化态势（以 1990 年为基数 100）

持续的能源转型促进了欧洲经济日益现代化。例如，欧洲清洁能源技术专利申请数量日益增加。此外，欧洲企业申请该类技术的国际专利数量也与日俱增，旨在保护欧盟的技术，以维持和强化其在全球清洁能源技术领域的领先地位。

除了需要一套面向未来的基础设施，欧盟能源转型工程也应该在保障社会公平前提下开展，同时起到引领创新、加强能源供应安全作用。欧盟内部很多成员国拥有零星分散的岛屿，受限于地理位置、经济规模和匮乏的能源资源，这些岛屿国家开展能源转型面临着独有的挑战。2017 年，欧盟委员会开始为这些仍然高度依赖煤炭和碳密集型产业的能源转型地区量身定制了相关政策和援助，包括对这些地区的经济实力开展研究，提供必要的技术援助和针对性地使用欧盟的一些基金和计划。2017 年 5 月，欧盟委员会与其 14 个岛国成员签署了一项政治宣言，以加快岛屿清洁能源转型，旨在为欧洲 2400 个有人居住的岛屿提供长期的政策框架，帮助他们更好地利用当地的可再生能源，减少对进口能源的依赖。

向低碳社会的转型将为能源部门及更多领域创造新的就业机会，但这些潜在的工作需要新的技能与之匹配。因此，欧盟委员会发布了“技能部门合作蓝图”提案，以解决清洁技术、可再生能源和建筑行业的技能需求。为了提高对各国和各行业技能差距的理解，去年推出了一个类似的汽车行业框架，欧洲职业培训发展中心（Cedefop）正在进行基于实时查看职位空缺的大数据分析，首批成果将于 2018 年公布。

能源短缺直接影响了欧洲近 5000 万人生活。作为“欧盟清洁能源”计划的一部分，欧盟委员会提出了一系列措施，包括提高能效、构建能源一体化市场，以解决能源短缺问题。在 2017 年底，欧洲能源贫瘠观察站将在其门户网站上发布相关统计数据 and 报告。下一阶段该观察站将重点交流信息、分享专家和决策者的最佳做法。并且，一个提高能源认知的试点活动也已经启动，将于明年在四个成员国（捷克共

和国、希腊、葡萄牙和罗马尼亚）开展。该活动的重点是提高能源短缺地区消费者的权利意识，并向其宣传节能增效的科学知识。能源转型对欧洲公民的健康也有积极的影响。欧盟的二氧化硫、二氧化氮和颗粒物等污染物排放总量正在下降，但空气污染每年仍然导致超过 40 万人死亡。为此，2016 年 12 月，欧盟通过了“国家排放上限指令”，目标是到 2030 年将空气污染导致的过早死亡人数减少一半。

能源联盟是欧洲和世界其他地区清洁能源创新的主要驱动力。欧洲清洁能源企业和清洁能源技术人员应该始终站在该技术创新领域的最前沿，为新能源技术和商业模式争取先发优势。2017 年，欧盟加大了清洁能源技术的投资规模，用于低碳技术的研究和创新资金超过 26 亿欧元，而“地平线 2020”计划将在 2018-2020 年期间向清洁能源技术开发投资超过 20 亿欧元，主要集中在四个关键的领域：储能、可再生能源、建筑和电动汽车。电池被广泛地应用于交通和储能领域，是实现能源联盟目标的关键技术。为此，欧盟委员会正在与各成员国、整个电池价值链上的行业利益相关者商讨从欧盟层面来解决电池生产的问题，建立以电池制造为核心的欧盟电池企业联盟。

城市是承载能源变革和投资的核心区域。2017 年，欧盟各城市采取了一系列具体举措来开发和实施新型创新技术，以支持能源转型，例如通过城市能源创新行动，欧盟在哥德堡、巴黎和维拉德坎斯等城市开始测试可以扩展到其他欧盟城市的创新能源解决方案。此外，根据“欧盟二十八号城市议程”建立了不同的城市伙伴关系，提供了一种涉及地方当局、成员国和欧洲机构共同协作的创新气候治理方法。欧盟始终走在清洁能源创新的最前沿。2017 年 2 月，欧盟委员会从美国手中接过了“创新使命”委员会主席一职，并率先提出了两项创新挑战：“将光能转化为可储存的太阳能燃料”和“可负担得起的供暖和制冷能源”。

如果基础设施无法适应未来能源系统的需要，能源转型就不会成功。能源、交通和通信基础设施正变得愈加互联互通。伴随基础设施日益数字化，电网已经可以实现管理和需求响应智能化，但仍不完善。为了解决当前基础设施数字化转型存在的问题，欧盟委员会在 11 月初提出了额外的行动，其中包括为替代燃料基础设施数字化转型提供高达 8 亿欧元的资金。随着能源数字时代的来临，如何来避免/消除网络风险以保护我们的能源基础设施成为了重要的议题。2017 年 2 月，能源网络安全专家平台发布专题报告，明确了目前欧盟法律尚未涵盖的能源部门所面临的网络安全挑战和具体需求。欧盟委员会已经开始与智能电网工作小组的利益相关者就能源领域网络安全事件的风险和预防展开了研究。

推进欧盟内部能源市场一体化和供应安全的工作仍在继续。2017 年 9 月，中欧和东南欧天然气连接（CESEC）高层集团同意将其地理范围扩大到整个西巴尔干半岛地区，并将重点放在建立电力互联一体化市场，推动可再生能源和能源效率的投

资。由于实施联通欧洲设施计划，已极大改善了罗马尼亚和保加利亚之间的第一个天然气连接通道。伊比利亚半岛与内部能源市场更好地互联已经取得了进展：2017年，法国和西班牙监管机构就比斯开湾互联电网进行了跨境成本分配决定，电网在2025年完成时将使两国之间的电力互联能力翻倍。西班牙-葡萄牙电力互通互联也发展良好，一旦交付，葡萄牙将实现10%的联网目标。

能源联盟战略的逐步实现及能源转型的加速带来了巨大的投资机会。因此，能源联盟2017年的主要优先事项之一便是开放投资。截至当前，“欧洲投资计划”已通过欧洲战略投资基金（EFSI）吸引了2409亿欧元的投资，能源部门获得的投资额最大，其中大多数投资流向可再生能源、能效和能源基础设施领域。2017年，欧盟继续加大对能源领域的投融资。截至2017年6月底，约有28%（或180亿欧元）的预算已划拨给8500多个具体能源项目（2016年底为19%），投资将持续到2023年底。在交通运输领域，欧洲联通交通基础设施计划（CEF）将在2017年底获得总计224亿欧元资金，总投资约467亿欧元。与此同时，各个成员国也加速了对清洁能源的投资。

欧盟的外部环境和发展政策对于支持全球清洁能源和低碳转型以及加强欧盟的能源安全和竞争力至关重要。2017年，欧盟加强了气候与能源外交的协同作用。针对美国政府退出“巴黎协定”的声明，欧盟重申了对全球应对气候变化的承诺，并正在加强其现有的全球伙伴关系。欧盟将继续寻求新的战略合作伙伴，从世界最大的经济体到最脆弱的岛国。欧盟去年的气候融资显著增加，2016年为发展中国家提供了超过200亿欧元的资金。欧盟完全支持《G20汉堡气候与能源行动计划》提出加强与一些重要合作伙伴的合作，尤其是来自亚洲合作伙伴。欧盟与中国签署能源工作计划，与日本签署合作备忘录，推动全球液化天然气市场的发展。加强与印度的关系，2017年10月6日欧盟与印度领导人关于能源与气候的声明获得批准。欧盟还加强了与伊朗的能源和气候关系，并举办了首届欧盟—伊朗可持续能源商业论坛。能源是欧盟与邻国合作的重点。要优先考虑监管和市场改革，推动能源效率和可再生能源利用，建立互联互通能源市场机制，促进能源供应安全，以及促进最高标准的核安全。

2017年，欧盟委员会提出/制定众多的法规（或政策），并采取积极行动撬动更多的公共和私人投资进入到能源领域，同时保障清洁能源转型社会公平性。受益于过去一年取得的一系列进展，欧盟的就业、经济和投资都显著增长，欧盟正逐步靠近能源联盟战略目标。然而，仍然需要做出进一步的努力，以确保在2019年之前完全实现能源联盟战略既定目标。

此外，欧盟委员会还为欧洲能源联盟2018年的工作提出了三大战略性建议：

- 欧盟共同立法委员会应该加倍努力，以尽快就2020年后的欧盟能源和气候

政策草案建议达成一致，并尽快立法以引领欧盟未来的能源转型工作。

- 各成员国应该加快推进其综合国家能源和气候计划的制定工作，为投资者提供可预测信息，并及时提交计划草案，保障欧盟及其成员国能够继续在 2018 年全球气候峰会上发挥领导作用。
- 整个欧洲，从国家到地区到人民都要积极参与到能源转型工程当中。

（郭楷模）

欧盟提出清洁交通一揽子计划推进新能源汽车发展

11 月 8 日，欧盟委员会针对乘用车和货车二氧化碳排放目标提出了一份全新的提案²，旨在逐步下调现有的二氧化碳排放上限，即到 2030 年新的汽车和货车平均二氧化碳排放量必须在 2021 年水平上下降 30%，并鼓励汽车制造商转向新能源汽车研发，以实现 2030 年前将欧盟的二氧化碳排放量削减至少 40% 目标，以应对气候变化挑战。新的汽车和货车二氧化碳平均排放指令将分别从 2025 年和 2030 年开始实施，以保持市场份额并加速向低排放和零排放车辆过渡。为了实现上述目标，欧盟提出了全新的清洁交通一揽子计划，主要内容如下：

（1）实施新的二氧化碳排放标准，帮助制造商实现创新，向市场供应低排放车辆。包括 2025 年和 2030 年的减排目标。2025 年的中间目标确保目前的投资已经启动；2030 年的目标为保持这些投资提供了稳定和长期的发展方向，有助于推动从传统的内燃机汽车向清洁能源的转变。

（2）“清洁车辆指令”，旨在推广公共采购招标中的低碳交通解决方案，从而更好地推动低碳交通方案的进一步部署。

（3）跨欧洲部署替代燃料基础设施的行动计划和投资解决方案。目的是提高国家计划的目标，增加投资，提高消费者的接受度。

（4）修订综合交通运输指令，促进了不同货运方式（如货车和火车）的综合使用，将使企业更容易获得激励，从而刺激卡车和火车、驳船或轮船运输货物的联合使用。

（5）“客运汽车服务指令”，以促进整个欧洲范围内长途汽车运输的发展，并为私家车的使用提供其他选择，将有助于进一步减少交通废气排放和道路拥堵，为低收入人群提供额外的、更好质量以及更廉价的出行选择。

（6）“电池倡议”，其对欧盟的一体化产业政策具有重要战略意义，以便欧盟能够发明和生产未来的汽车和其他交通运输解决方案。

新的一揽子计划还为实现欧盟在“巴黎协定”下达成的协议承诺提供了明确的方向，有利于技术和商业模式创新，以及更有效地利用所有的货物运输方式，并为

²Energy Union: Commission takes action to reinforce EU's global leadership in clean vehicles.
http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-4242_en.htm

确保行动部署提供了有针对性的建议。欧盟提出的行动建议包括：协调欧洲人民的流动需求，保护人们的健康和生态环境，推广更清洁的新能源汽车，使替代能源更容易获得，改善交通运输系统的组织架构，投资新的清洁技术，提升欧洲充电基础设施、高品质电池、零排放汽车的市场占有率。

（吴勘 郭楷模）

项目计划

欧盟发布“地平线 2020 计划” 2018-2020 年资助方案

欧盟委员会日前宣布，将在未来三年（2018-2020 年）为“地平线 2020”科研创新计划提供高达 300 亿欧元的资助³，继续强化欧盟的技术研发创新。计划全面提出了有关气候行动和可持续发展的目标，尤其是确保人人获得负担得起、可靠和可持续的现代能源，使城市更具包容性、安全性、抗灾能力和可持续性，以及采取紧急行动应对气候变化及其影响。其中，“安全、清洁与高效能源”资助计划将针对特定能源领域的研究、创新和市场活动，以最大限度地发挥欧盟和各成员国对清洁能源开发利用的协同效应，同时增加私人资金的杠杆作用。包括公共采购在内，2018-2020 年计划共投入 22.05 亿欧元。而资助的研究与创新活动将主要围绕四个重点目标：低碳未来、循环经济、欧洲工业和服务业的数字化转型以及安全联盟（表 1）。

围绕“建立一个低碳和气候适应型的未来”目标将投入 19.53 亿欧元，以支持“巴黎气候协议”目标以及联合国可持续发展目标（SDG），支持在本世纪下半叶实现碳中性及气候适应性。

围绕“循环经济”目标将投入 1200 万欧元，将通过资助研究与创新，为可持续发展目标、气候行动、资源效率、就业和增长以及工业竞争力做出有力贡献。

围绕“欧洲工业和服务业的数字化转型”目标将投入 3000 万欧元，将强调数字技术（5G、高性能计算、人工智能、机器人、大数据、物联网等）与其他创新技术的结合，为增加产业竞争力、创造增长和就业、解决社会挑战提供机遇。

围绕“提高安全联盟的效能”目标将投入 2000 万欧元，主要用于保护能源基础设施免受网络攻击。

³Horizon 2020 Work Programme 2018-2020. http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-energy_en.pdf

表 1 欧盟地平线计划 2018-2020 年“安全、清洁与高效能源”资助方案

领域	主题
能源效率	通过传统设备创新提升现有建筑物的智能程度
	集成房屋能效改造服务
	刺激建筑行业对可持续能源技术的需求
	下一代能源效率评估和认证
	工业废热/冷回收
	实施能源审计的能力建设
	能源效率的创新融资
	实现下一代智能能源服务，提升需求侧的能源效率和灵活性
	对能源效率和能源需求进行概念化和建模的社会经济研究
	支持公共机构实施能源联盟
可再生能源	将欧洲城市作为解决能源效率融资的关键创新中心
	开发下一代可再生能源技术
	在建筑规模上集成可再生能源系统
	工业过程中的太阳能利用
	可再生区域供暖制冷系统集成可再生能源技术
	开发能够降低成本并提高可再生技术性能的方案
	示范高性能可再生能源热电联产技术及其在能源系统中的集成
	增强欧盟光伏制造业竞争力
	开发示范基于可再生能源为能源系统提供灵活性的解决方案
	开发用于道路运输的下一代生物燃料和替代可再生燃料技术
为消费者提供 智能和清洁能源	开发用于航空和航运的下一代生物燃料和替代可再生燃料技术
	示范用于翻新的现有工业设施中的先进生物燃料技术
	推进先进航空生物燃料的商业化生产
智能能源系统	通过知情决策和协同行动转变消费者的角色
	减轻家庭能源贫困现象
	消费者参与和需求响应
	分布式电网的灵活性和零售市场选项
	加强输电网络区域跨界合作的有效方案
实现化石燃料 发电厂和碳密 集型产业的近 零排放	岛屿能源系统脱碳化
	通过需求响应、储能和小规模可再生能源发电形成大规模创新电网示范服务
	智能电网、灵活性和当地能源网络的研发创新
	对先进工具和技术开发的研究
	先进碳封存技术
	碳捕集与封存技术发展战略规划
	通过电力转化为其他能源载体和/或储能方式，开发化石燃料电厂灵活运行的集成方案
	利用碳捕集、封存与利用技术进行低碳工业生产
	地质封存试点

交叉领域	清洁能源转型的社会科学与人文科学研究
	支持欧洲低碳能源系统转型的模型开发
	支持欧洲低碳能源研究数据库的开放
	煤炭密集型区域的转型
循环经济	CO ₂ 转化
欧洲工业和服务业的数字化转型	智能房屋和电网的互操作性
	能源大数据解决方案
提高安全联盟的效能	电力和能源系统网络安全

编者按：“地平线 2020”计划是欧盟科研与创新资助计划，总预算 770 亿欧元，自 2014 年以来已经实施两期，第一期 2014-2015 年，第二期 2016-2017 年，共支持了 14000 多个合作研究项目，每个项目要求至少有一个欧盟国家参加。

（吴勘 郭楷模）

DOE 资助 860 万美元开展化石能源系统创新研发

11 月 15 日，美国能源部（DOE）资助 860 万美元用于 12 个先进燃烧系统交叉研究项目⁴，旨在开发创新技术，促进传感器和控制器、建模和仿真以及高性能材料的研究和技术开发，提高化石能源电力系统的效率。项目主要涵盖五大领域，具体研究内容如下：

（1）改进燃煤电厂废气和温度监测技术

- 开发用于连续 SO₃ 监测的中红外激光传感器，以提高燃煤发电厂在灵活工况下的性能。Opto-Knowledge 系统公司计划生产和演示燃煤电厂的连续 SO₃（三氧化硫）监测器，提供持续、准确测量 SO₃ 的传感器，以更好地控制用于减轻 SO₃ 的碱喷射系统。

- 应用人工智能技术使火力发电厂实现更高的效率、更高的可用性以及更高的运行可靠性。StandCognition 公司计划利用现有的燃煤传感器和运行数据，运用机器学习算法来检测和诊断过早的设备故障。包括优化故障检测所需的传感器输入，延长关键设备的使用寿命等。

- 开发新型的超声波测量技术，提高新型超声波方法的技术准备水平，以实时测量不同燃烧区和电站锅炉部件的温度分布。在电厂中开发和验证原型多点测量系统，提供优化当前和未来化石能源系统效率的经济方案。

- 开发新型的燃煤系统高温气体传感器，在高温下验证该传感器检测目标气体的可行性和灵敏度；在商业电厂中集成和测试传感器。

（2）燃煤电厂极端环境材料的特性研究

⁴ DOE to Invest \$8.6 Million in Innovative Technologies to Enhance Fossil Energy Power System Efficiency. <https://energy.gov/fe/articles/doe-invest-86-million-innovative-technologies-enhance-fossil-energy-power-system>

- 建立一个极端环境材料信息数据库，用于开发、校准、改进和验证用于预测复杂操作条件下剩余寿命的工具，确保燃煤电厂的长期安全性和可靠性。

(3) 化石能源极端环境材料模型开发

- 开发一种新的多模态方法来模拟镍基高温合金的蠕变行为，实现对这些超级合金蠕变行为进行快速采集、数据挖掘和多尺度建模，创建更好的蠕变预测模型。
- 开发一个极端环境材料特性的高通量计算框架，以有效地预测在恶劣环境下结构材料的性能，使材料的设计更加快速，帮助研究团体提高开发更多工具的能力。

(4) 煤炭发电系统水资源管理的创新理念

- 开发高温电解（HTE）系统的界面材料，用于提高电厂冷凝器的效率。Interphase Materials 公司计划利用其 HTE 系统对水基工业冷却系统进行表面处理。HTE 系统将提高燃煤电厂的冷凝器效率，并减少连续供水处理技术。该系统的成功演示可以帮助燃煤电厂减少排放，降低电厂用于其冷却系统的氯气和其他水处理化学品的数量。同时可以降低维护成本，延长硬件使用周期，并帮助电厂保持长期高效运行。
- 设计能够改善电厂电容器性能的新型界面，来提高热传递效率，从而在系统效率、电厂性能、节能和减少排放方面取得重大进步。

(5) 燃煤电厂的废水管理

- 开发并评估一种名为 Aquapod® 的新型水处理系统，用于管理污水、满足冷却水需求，并在发电厂中节约用水量。与当前最先进的技术相比，Aquapod 系统的成功开发将使电厂每单位输入能量的水回收量翻一番。
- 为热电厂开发高效的膜基废水管理系统。SRI International 拟开发用于燃煤电厂废水管理的创新系统，该技术将有助于清除有毒物质，通过减少电厂用水从而减少淡水资源使用量。该技术的成功开发将大大减少电厂排放控制系统的能源消耗。
- 开发用于处理烟气脱硫废水的混合电化学和膜技术，提升烟气脱硫废水处理能力，降低污水排放，减少发电厂淡水用量。

（吴勘 郭楷模）

DOE 资助 800 万美元支持海洋碳封存技术开发

11 月 7 日，美能源部（DOE）宣布在“碳封存技术开发”主题下资助 800 万美元用于支持在墨西哥湾开展海洋碳封存技术研发项目⁵，旨在开发经济、高效、安全可靠的永久性海洋碳封存技术，并在墨西哥湾开展现场技术验证，以评估技术的可行性和经济性（如是否能够提高油气采收率），加速推进该技术的商业化。本次项目将遴选两个项目，具体内容参见表 1。

⁵ Two Projects to Receive \$8 Million for Offshore Carbon Storage Resources and Technology Development in the Gulf of Mexico. <https://energy.gov/fe/articles/two-projects-receive-8-million-offshore-carbon-storage-resources-and-technology>

表 1 海洋碳封存技术研发项目具体内容

承担机构	研究内容
美国南部能源委员会	•整合工业界、学术界和政府的能力和和经验，开发和验证关键海洋碳封存技术和最佳实践，以确保海洋碳封存的安全性、长期性及经济可行性 •促进行业和监管机构制定以技术为重点的许可流程 •对墨西哥湾海域内以及海洋能源管理局下辖的外大陆架和油气租赁项目规划区内的所有州水域进行全面的二氧化碳海洋封存潜力进行综合评估
得克萨斯大学奥斯汀分校	•海上碳封存资源评估 •开展海洋碳封存技术风险评估、数值模拟工作 •对封存于海底深层二氧化碳进行追踪监测 •对墨西哥湾区的海洋碳封存基础设施、运营环境进行评估 •开展海洋碳封存技术科普宣传工作

(郭楷模)

DOE 启动新一轮的热电联产技术援助合作项目

11 月 28 日，美能源部(DOE)宣布在“热电联产技术援助合作计划(CHP TAPs)”主题下资助 2500 万美元用于支持从全美新遴选的 8 个合作机构来开展新一轮的热电联产技术合作开发项目⁶，旨在开发经济、高效、多种燃料源可用的热电联产技术(CHP)，同时为区域的 CHP 项目的融资、管理和国家政策、市场分析工具和资源以及现场技术评估提供最佳的实践，发展 CHP 市场，扩大该技术的商业部署规模。本次遴选的新合作伙伴包括圣地亚哥可持续能源中心、休斯敦先进研究中心、北卡罗来纳州立大学、佩斯大学、宾州州立大学、芝加哥伊利诺伊大学、缅因州大学和华盛顿州立大学。

热电联产可以大幅减少电网线路传输过程中的电力损失和电网基础设施的限制，既可以增加能源效率又可以增加电力的可靠性和灵活性，在对于电力和热能有着持续高需求的行业（如食品加工、造纸、化工、污水处理厂和金属生产）领域有着广阔的应用前景。有鉴于此，DOE 于 2009 年在全美七个地区（加利福尼亚、科罗拉多州、伊利诺伊州、纽约州、北卡罗来纳州、宾夕法尼亚州和华盛顿州）启动了“热电联产技术援助合作计划(CHP TAPs)”，迄今为止已为全美 1900 个热电联产建设项目提供了技术支持，其中 441 个项目已经下线安装，预计装机容量为 8 GW。

(郭楷模)

⁶ Energy Department Announces \$25 Million for Combined Heat and Power Technologies.
<https://energy.gov/articles/energy-department-announces-25-million-combined-heat-and-power-technologies>

低成本无离子掺杂空穴钙钛矿电池效率达 21.2%

有机金属卤化物钙钛矿太阳电池发展势头迅猛，光电转换效率短短数年内便突破了 22%，被认为是最有希望替代晶硅电池的新一代薄膜电池技术。然而器件的稳定性问题阻碍了该类电池技术的商业化。德国纽伦堡大学 Christoph J. Brabec 教授课题组通过液相旋涂法制备了钽-氧化钨（Ta-WO_x）修饰的聚噻吩衍生物 PDCBT，获得了廉价高效稳定的无离子掺杂新型空穴材料 Ta-WO_x/PDCBT，基于该新型空穴材料钙钛矿薄膜电池，最佳光电转换效率达到了 21.2%，并且可以稳定运行超过 1000 小时。为钙钛矿电池走出实验室迈向商业化奠定了坚实的技术基础。研究人员首先将自组装的 C₆₀-SAM 通过磷酸根基团铆钉在导电玻璃 ITO 上作为电子传输层(ETM)，接着在 ETM 上依次沉积一层双卤素双阳离子混合钙钛矿薄膜、新型的 PDCBT /Ta-WO_x 空穴层（或者 WO_x/PDCBT、PDCBT）和 Au 电极，形成钙钛矿电池器件。器件 S 型电流电压曲线测试显示，与 WO_x/PDCBT、PDCBT 相比，采用 PDCBT /Ta-WO_x 空穴层器件电流电压曲线是非 S 型，表明其界面空穴传输能垒更低，有助于空穴的抽出和输运。而超紫外光电子谱（UPS）表征也证实上述推论，UPS 曲线显示 Ta-WO_x 的功函数相比 WO_x 低了 0.2 eV，所以在与 PDCBT 结合后可使得其功函数降低 0.5 eV 到 -4.3 eV；相反，而 PDCBT 与没有 Ta 掺杂的 WO_x 复合后功函数只降低了 0.2 eV。进一步研究人员对空穴传输层进行了单极子电流电压测试，结果显示 Ta-WO_x 和 PDCBT 界面属于准欧姆接触，即空穴能够高效地从 PDCBT 抽取并通过 Ta-WO_x 传输到 Au 电极。最后在一个标准模拟太阳光照射下对电池器件做了电流电压测试，采用 C₆₀-SAM/perovskite/PDCBT/Ta-WO_x 结构的电池效率达到了 19%，显著高于无离子掺杂的 spiro-MeOTAD 空穴电池（12.9%），而进一步在 C₆₀-SAM 上覆盖上 SnO_x/PC60BM 后，效率进一步提升到惊人的 21.2%，创造了无离子掺杂空穴钙钛矿电池效率记录，更为关键的是电池能够稳定运行超过 1000 小时，展现出优异的稳定性。该项研究设计合成全新的廉价无锂盐掺杂高性能空穴材料，在保持电池高性能的同时，显著提升器件稳定性，为开发 spiro-OMeTAD 之外低成本空穴材料开辟了新路径，对钙钛矿电池的大规模产业化起到了重要的推动作用。相关研究成果发表在《Science》⁷。

（李明月 郭楷模）

⁷ Yi Hou, Xiaoyan Du, Simon Scheiner, et al. A generic interface to reduce the efficiency-stability-cost gap of perovskite solar cells. *Science*, 2017, DOI: 10.1126/science.aao5561

新型阳离子无序正极材料减少氧损失增强电池性能

随着可再生能源的广泛普及、大型储能系统的发展，对锂离子电池性能提出了更高的要求，使得寻找高能量密度、高电压以及良好循环寿命的电极材料成为了锂离子电池发展的关键。劳伦斯伯克利国家实验室 Gerbrand Ceder 课题组制备了阳离子无序富锂过度金属氧化物 $\text{Li}_{1.15}\text{Ni}_{0.45}\text{Ti}_{0.3}\text{Mo}_{0.1}\text{O}_{1.85}\text{F}_{0.15}$ (LNF15)，用作锂离子电池正极材料时，具有比层状氧化物正极材料更高的容量与更好的稳定性，为大幅度改善锂离子电池的性能提供了可能。研究人员使用标准固相法将氟离子 (F) 掺入到锂镍钛氧化钼中以调节镍含量，制备了不同镍含量的阳离子无序正极材料 $\text{Li}_{1.15}\text{Ni}_{0.375}\text{Ti}_{0.375}\text{Mo}_{0.1}\text{O}_2$ (LN15)、 $\text{Li}_{1.2}\text{Ni}_{0.333}\text{Ti}_{0.333}\text{Mo}_{0.133}\text{O}_2$ (LN20) 和 LNF15。在 1.5-4.6V 之间、 20 mA g^{-1} 放电电流下，对不同电极电池进行恒电流循环测试。结果显示，F 离子替代的正极材料 LNF15 放电比能量最大，为 250 mAh g^{-1} (LN15 为 194 mAh g^{-1} ，LN20 为 220 mAh g^{-1})，且放电电压也增大到了 $\sim 3.2\text{ V}$ (LN15 为 $\sim 3.03\text{ V}$ ，LN20 为 $\sim 3.05\text{ V}$)。通过差分电化学质谱法进一步研究发现，LNF15 电极单位质量的氧气产量比 LN15 减少 3.6 倍，比 LN20 减少 5.5 倍，即 F 离子替代改善了 Ni 金属的氧化还原活性，从而减少了氧化物氧损失，从而避免了电极纳米颗粒表面高电阻钝化层的形成，增强了电池的性能。该项研究采用低价态较轻的氟离子替代氧离子进行掺杂，起到电荷补偿作用，从而提高了锂离子的摩尔比，同时减少了氧的损失，使得电池获得较高的放电比能量，为设计和开发高性能锂离子电池正极材料开辟了新路径。相关研究成果发表在《*Nature Communications*》⁸。

(李明月 郭楷模)

新技术实现二氧化碳与甲烷到高价化学品一步催化转化

以甲烷 (CH_4) 和二氧化碳 (CO_2) 为碳源，在一定条件下转化成高价值的液体燃料和化学品，既可减少温室气体排放，又实现了二氧化碳的资源化利用，从而备受关注。但目前上述的转化过程需要在高温高压条件下进行，反应条件苛刻且能耗高，不利于规模化生产，因此需要开发全新的转化技术。英国利物浦大学 Xin Tu 教授课题组发明了新的催化转化技术，可在室温常压环境下将二氧化碳和甲烷一步法直接转化高价值的液体燃料/化学品 (如乙酸、甲醇、乙醇和甲醛等)。研究人员将非热平衡等离子体 (NTP) 与催化剂结合构造了一个介质阻挡放电 (DBD) 反应器来实现催化 CO_2 和 CH_4 转化成为有价值的化学原料。研究结果发现，在 30°C 室温、没有 NTP“仅催化剂”模式下，反应器中无化学反应发生。而将 NTP 引入到反应器后，反应器便发生了反应，通过对反应后液体的表征得知，产物为乙酸 (CH_3COOH)、

⁸ Jinhyuk Lee, Joseph K. Papp, Raphaële J. Clément, et al. Mitigating oxygen loss to improve the cycling performance of high capacity cation-disordered cathode materials. *Nature Communications*, 2017, DOI: 10.1038/s41467-017-01115-

甲醇 (CH_3OH)、乙醇 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) 和丙酮等液体产物, 且 CH_4 和 CO_2 的转化率分别约为 18.3% 和 15.4%, 总液体产物选择性为 59.1%。其中 CH_3COOH 是主要产物, 选择性为 33.7%。此外, 反应还生成了 CO 和 C_xH_y (即 C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 , C_3H_8 和 $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$) 等气体产物, CO 的选择性仅为 20.0%。随后, 研究人员将负载型金属催化剂和 NTP 组合使用, 发现当采用 $\text{Cu}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 负载型催化剂可将 CH_3COOH 的选择性提高至 40.2%。而使用负载型贵金属催化剂如 $\text{Pt}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Au}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 时有甲醛 (HCHO) 形成, 其中 $\text{Pt}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 对 HCHO 的选择性最高 ($>10\%$)。与纯 NTP 体系相比, 换用不同催化剂可获得类似的气体产物分布, 而且对 CO 和其他 C_xH_y 产物选择性影响不大。这些结果表明使用 NTP 体系在室温条件下绕过形成合成气步骤, 直接将 CO_2 与 CH_4 转化成更高价值的液体燃料和化学品具有良好地普适性。该研究设计新型的常压介质阻挡放电反应器, 整合非热平衡等离子体与催化剂, 实现了常温常压下 CO_2 与 CH_4 到液体燃料和化学品的一步催化合成, 不仅实现了温室气体的回收利用, 还有助于应对温室效应, 为 CO_2 的资源化利用提供新思路。相关研究成果发表在《*Angewandte Chemie*》⁹。

(朱好婷 郭楷模)

新型交叉共晶合金电极提升锂电池储电容量

当前, 广泛应用于可充电锂离子电池负极材料是涂覆在铜箔上的石墨粉末。然而铜材料的使用增加了电极的体积, 但却没有改善电池的储电性能, 且使得负极制备工艺更加复杂, 因此亟需开发低成本、简单的负极制备工艺。得克萨斯大学奥斯汀分校科克雷尔工程学院的 Arumugam Manthiram 教授课题组发现了一系列能够使锂离子电池充电容量增加一倍的新型负极材料——交叉共晶合金 (IdEA)。研究人员通过机械轧制获得了铝锌锡 (AZT) 交叉共晶成纳米金属箔, 而不需要复杂的浆料涂布工艺, 大幅简化了电极制备工艺。扫描电子显微镜 (SEM) 测试结果显示 AT 电极材料是典型的二元共晶合金, 且是高密度材料, 单位面质量在 $10\text{-}15\text{mg}/\text{cm}^2$ 之间。研究人员将 AZT 合金作为电极装配成锂离子电池, 充电截止电压为 1.0 V, 并在不同的放电容量条件下进行了循环测试。研究人员发现尽管在最初几次充放电循环期间存在铝平台, 但随后的 Al-Sn 层的分层导致电化学活性锡量的急剧增加, 在 300mA h g^{-1} 放电容量下循环的 AZT 电池, 电池放电容量从首次循环的 5mA h g^{-1} 增加到 10 次的 190mA h g^{-1} , 首次循环库伦效率为 72.9%, 表明了首次循环中的大部分“容量损失”是可逆的, 循环次数可达 89 次。当降低放电比容量至 250mA h g^{-1} 时, AZT 合金电池循环次数便增加到 150 次, 显著优于同条件下的石墨/铜负极 (150 次循环后比容量仅为 150mA h g^{-1}) ; 进一步降低放电比容量到 200mA h g^{-1} , 电池循

⁹ Li Wang, Yanhui Yi, Chunfei Wu, et al. One-Step Reforming of CO_2 and CH_4 into High-Value Liquid Chemicals and Fuels at Room Temperature by Plasma-Driven Catalysis. *Angewandte Chemie*, 2017, DOI: 10.1002/ange.201707131

环寿命则超过 200 次。作为金属薄片，IdEA 负极不需要外部集电器，显著减少非活性负极组分的比例，从而减少了电极的厚度，仅为目前锂离子电池中使用的石墨/铜负极厚度的四分之一、重量的一半。因此，将来可以用新的负极制造更小，更轻的可再充电电池。该项研究通过机械轧制方法制备了新型的交叉合金合电池负极，将电极材料从微观结构转换成纳米结构，克服电极膨胀引起的不可逆形变，显著增强了电池性能，为设计和开发高性能的锂离子电池电极材料开辟了新思路。相关研究成果发表在《ACS Energy Letters》¹⁰。

（罗卫 郭楷模）

¹⁰ Karl J. Kreder, III, Brian T. Heligman, Arumugam Manthiram et al. Interdigitated Eutectic Alloy Foil Anodes for Rechargeable Batteries. *ACS Energy Letters*, 2017, 2 (10), 2422-2423.

中国科学院武汉先进能源科技战略情报研究中心

中国科学院武汉先进能源科技战略情报研究中心是服务国家和中科院能源决策管理、科技创新、产业发展的专业情报研究机构，历年来承担和参与了多项国家级、中科院、省部级能源科技战略规划和重要科技计划研究。中心的主要产品包括《先进能源发展报告》、《先进能源动态监测快报》（半月刊）、《能源与科技参考》及各类深度能源情报研究分析报告，主要研究方向包括能源科技领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大成果工程应用、重要科技政策与管理研究。

研究内容		特色产品
战略规划研究	开展科技政策与科研管理、发展战略与规划研究等相关服务，为科技决策机构和管理部门提供信息支撑。	先进能源发展报告：科技引领能源 国际能源战略与新能源技术进展 金融危机背景下的能源战略 世界能源强国能源科技创新体系分析报告 美国能源科技计划管理机制及启示
领域态势分析	开展特定领域或专题的发展动态调研与跟踪、发展趋势研究与分析，为研究机构、企业的科研项目提供情报服务。	核电技术国际发展态势分析报告 太阳能热发电技术国际发展态势分析报告 智能电网国际发展态势分析报告 规模化电力储能技术国际发展态势分析报告 高端洁净煤发电技术国际发展态势分析报告
技术路线研究	开展产品、成果、专利或标准的情报研究，分析相关行业的现状及发展趋势，为企业发展与决策提供参考。	国际能源领域技术路线图解析 低阶煤热解/气化/循环流化床专利态势分析 新型煤气化技术发展报告 太阳能技术新突破：钙钛矿太阳电池 我国能源互联网发展重要战略问题研究

编辑出版：中国科学院武汉先进能源科技战略情报研究中心

联系地址：武汉市武昌区小洪山西 25 号（430071）

联系人：陈伟 郭楷模

电话：（027）87199180

电子邮件：jiance@whlib.ac.cn

微信公众号：CASEnergy

