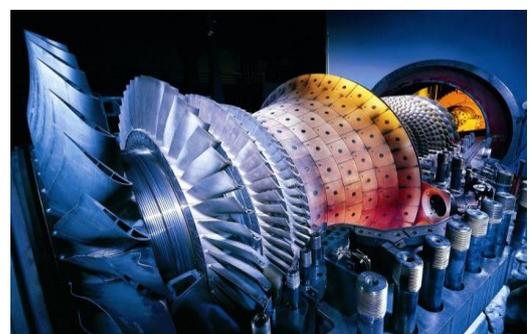


中国科学院武汉文献情报中心

中国科学院武汉先进能源战略情报研究中心

2016年第8期（总第262期）

# 先进能源科技动态监测快报



## 本期重点

- IEA：全球能源相关 CO<sub>2</sub> 排放连续第二年增长停滞
- IRENA：2015 年全球可再生能源电力装机创纪录增长 8.3%
- 日本相继发布氢能与燃料电池和电动汽车路线图
- DOE 发布首份美国能源行业就业分析报告
- WRI 提出中美清洁煤技术联盟下一阶段发展建议

# 目 录

## 决策参考

IEA: 全球能源相关 CO<sub>2</sub> 排放连续第二年增长停滞 .....2  
IRENA: 2015 年全球可再生能源电力装机创纪录增长 8.3% .....3  
日本相继发布氢能与燃料电池和电动汽车路线图 .....4  
DOE 发布首份美国能源行业就业分析报告 .....4  
MIT 发布报告提出道路交通节能减排建议 .....5

## 中国研究

WRI 提出中美清洁煤技术联盟下一阶段发展建议 .....6

## 项目计划

DOE 推动同步相量技术开发部署 .....8  
德 4 亿欧元能源转型计划资助四大重点领域 .....9  
英资助 3820 万英镑用于低碳车辆技术研发 .....9  
日开展配备碳捕集的吹氧 IGCC 实证示范 .....10  
空客集团与西门子联合研发航空混合电力推进系统 .....11

## 前沿与装备

核废料处理技术新突破 .....11  
德科学家开发新型有机无机杂化“人工树叶” .....12  
MIT 利用钙作为液态金属电池新材料 .....12  
研究人员首次实现对锂离子电池电化学行为的实时观测 .....13  
日科学家研发新型高效固态电解质 .....13

## 本期概要

国际能源署 (IEA) 3 月份发布的初步统计数据显示, 2015 年全球能源相关的 CO<sub>2</sub> 排放量为 321 亿吨, 连续两年同比几乎无增长: 其中, 可再生能源发电的快速发展发挥了关键的作用, 2015 年已占到新增发电量的 90% 左右, 而风电即占到一半以上。与此同时, 全球经济继续以超过 3% 的速度增长, 这进一步表明, 经济增长与排放增长之间的正向关联正在减弱。2015 年中国和美国这两个排放大国能源相关的 CO<sub>2</sub> 排放量均出现下降, 随着中国煤炭消费量连续第二年下降, CO<sub>2</sub> 排放量也下降了 1.5%; 美国的 CO<sub>2</sub> 排放量下降了 2%, 主要是由于从煤电到天然气发电的转型。这两个主要排放国家的下降抵消了亚洲其他发展中国家、中东地区以及欧洲排放量的增长。

国际可再生能源机构 (IRENA) 发布《可再生能源装机容量统计 2016》报告指出, 2015 年全球可再生能源电力装机容量增加 152 GW, 同比增长 8.3%, 创造年度增长率最高纪录: 截至 2015 年底, 全球可再生能源电力装机总量达到 1985 GW, 相比于五年前增长了约 1/3, 大部分来自风能和太阳能。由于技术成本持续下滑, 2015 年风能和太阳能新增容量均创造新的纪录: 风能新增 63 GW (+17%), 太阳能新增 47 GW (+26%), 水电容量新增 35 GW (+3%), 生物质发电新增 5 GW (+5%), 地热发电新增 1 GW (+5%)。从地域来看, 可再生能源电力装机容量增长最快的是发展中国家。亚洲新增容量占到全球新增量的半壁江山, 达到 58%。从截至 2015 年底的装机总量来看, 亚洲地区为 797 GW, 占比最高达到 40%; 其次是欧洲 (497 GW, 25%) 和北美 (330 GW, 17%)。

日本 3 月份相继修订和出台了氢能与燃料电池、电动汽车路线图, 作为其下一代汽车战略的一部分: 日本经济产业省 3 月 22 日修订更新的《氢能与燃料电池战略路线图》明确设定了到 2030 年使日本燃料电池汽车发展到 80 万辆的目标, 包括分阶段设定了到 2020 年普及 4 万辆燃料电池汽车、建立 160 个加氢站, 到 2025 年普及 20 万辆燃料电池汽车、建立 320 个加氢站的中间目标。路线图中还设定了家用燃料电池价格目标, 即到 2019 年质子交换膜燃料电池 (PEFC) 价格达到 80 万日元, 到 2021 年固体氧化物燃料电池 (SOFC) 价格达到 100 万日元。日本经济产业省 3 月 23 日公布了《纯电动汽车及插电式混合动力车发展路线图》, 设定了在 2020 年使日本的纯电动车和插电式混合动力车发展到最高 100 万辆的普及目标, 以及在住宅、商业场所和道路沿线建设完善充电基础设施。

世界资源研究所 (WRI) 发布题为《中美清洁能源合作: 从清洁煤技术联盟中汲取的经验》工作报告, 通过专家调查法对中美清洁能源联合研究中心 (CERC) 清洁煤技术联盟第一阶段 (2011-2015 年) 的整体运行进行了评估, 并为第二阶段 (2016-2020 年) 开展更高效的合作提出建议: 清洁煤技术联盟第一阶段取得了较好成果, 并且有 90% 项目领导者反映清洁煤技术联盟强化了双方的研发能力, 并有助于建立合作伙伴关系和争取研究经费, 这一合作模式在更广泛的中美合作中有可资借鉴之处。但目前存在两个问题: 一是对各个机构的角色定位不清; 二是缺乏商业利益和研究利益的综合。报告最后为清洁煤技术联盟第二阶段开展更高效的合作提出了四项建议: 在所有层面加强交流; 增进私营部门参与; 强化联合研发示范; 在研究方向和成员变动上具有灵活性。

### IEA：全球能源相关 CO<sub>2</sub> 排放连续第二年增长停滞

国际能源署（IEA）3 月份发布的初步统计数据显示<sup>1</sup>，2015 年全球能源相关的 CO<sub>2</sub> 排放量为 321 亿吨，连续两年同比几乎无增长（图 1）。其中，可再生能源发电的快速发展发挥了关键的作用，2015 年已占到新增发电量的 90% 左右，而风电即占到一半以上。与此同时，全球经济继续以超过 3% 的速度增长，这进一步表明，经济增长与排放增长之间的正向关联正在减弱。



图 1 1975-2015 年全球能源相关的 CO<sub>2</sub> 排放量变化趋势

IEA 数据显示，过去 40 年里只有四个阶段出现 CO<sub>2</sub> 排放量同比停止增长或下降的情况。20 世纪 80 年代初、1992 年和 2009 年这三个时间段 CO<sub>2</sub> 增长停滞与全球经济疲软有关。但最近的这次则发生在经济增长的大背景下：根据国际货币基金组织（IMF）的统计，2014 年和 2015 年全球 GDP 增长分别为 3.4% 和 3.1%。

2015 年中国和美国这两个排放大国能源相关的 CO<sub>2</sub> 排放量均出现下降。随着中国煤炭消费量连续第二年下降，CO<sub>2</sub> 排放量也下降了 1.5%。中国经济结构的调整推动转向能源密集度更低的产业，加之政府推动发电行业脱碳化导致煤炭消费下降。到 2015 年，中国煤电比例不到 70%，比四年前（2011 年）少了十个百分点；而同期低碳发电占比从 19% 跃升至 28%，以水电和风电的增长为主。美国的 CO<sub>2</sub> 排放量下降了 2%，主要是由于从煤电到天然气发电的转型。这两个主要排放国家的下降抵消了亚洲其他发展中国家、中东地区以及欧洲排放量的增长。

（李桂菊）

<sup>1</sup> Decoupling of global emissions and economic growth confirmed.  
<http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2016/march/decoupling-of-global-emissions-and-economic-growth-confirmed.html>

## **IRENA：2015 年全球可再生能源电力装机创纪录增长 8.3%**

4月7日，国际可再生能源机构(IRENA)发布《可再生能源装机容量统计 2016》<sup>2</sup>报告指出，2015 年全球可再生能源电力装机容量增加 152 GW，同比增长 8.3%，创造年度增长率最高纪录。截至 2015 年底，全球可再生能源电力装机总量达到 1985 GW，相比于五年前增长了约 1/3，大部分来自风能和太阳能。

由于技术成本持续下滑，2015 年风能和太阳能新增容量均创造新的纪录：风能新增 63 GW (+17%)，陆上风力涡轮机成本相比于 2010 年降低了 45%；太阳能新增 47 GW (+26%)，光伏组件成本相比于 2010 年降低了 80%。水电容量新增 35 GW (+3%)，生物质发电新增 5 GW (+5%)，地热发电新增 1 GW (+5%)。

从地域来看，可再生能源电力装机容量增长最快的是发展中国家。2015 年中美洲和加勒比地区装机增速最高，为 14.5%；亚洲新增容量占到全球新增量的半壁江山，达到 58%，增速为 12.4%；北美和欧洲增速分别为 6.3%和 5.2%。从截至 2015 年底的装机总量来看，亚洲地区为 797 GW，占比最高达到 40%；其次是欧洲（497 GW，25%）和北美（330 GW，17%）。

**水电：**2015 年新增装机有 3/4 位于巴西、中国、印度和土耳其，为 26.3 GW。欧洲、北美、中东地区的新增量也均超过 1 GW。截至 2015 年底，水电累计装机总量达到 1209 GW，占到可再生能源装机总量的 61%。从地域来看，亚洲占到 41%（其中中国占到 26%），欧洲占到 18%，北美占到 16%。

**风电：**2015 年新增装机有 90%位于亚洲(中国和印度)、欧洲和北美，为 57.1GW。截至 2015 年底，风能累计装机总量达到 432 GW，占到可再生能源装机总量的 22%。从地域来看，亚洲占到 41%（其中中国占到 34%），欧洲占到 33%，北美占到 20%。

**太阳能发电（包括光伏和热发电）：**2015 年亚洲装机增幅达到 48%，其中中国新增 15 GW、日本新增 10 GW。北美新增 8 GW，年度新增量首次超过欧洲(7.6 GW)。截至 2015 年底，太阳能累计装机总量达到 227 GW(光伏为 222 GW，热发电为 5 GW)，占到可再生能源装机总量的 11%。从地域来看，欧洲占到 43%，亚洲占到 40%（其中中国占到 19%），北美占到 13%。

**生物质发电：**截至 2015 年底，生物质发电累计装机总量达到 104 GW。从地域来看，欧洲占到 40%，亚洲占到 30%（其中中国占到 10%），北美和南美分别占到 15%。

**地热发电：**截至 2015 年底，地热发电累计装机总量达到 13 GW。从地域来看，北美占到 35%，亚洲占到 30%（其中中国占到 0.2%），欧洲占到 12%。

（陈伟）

---

<sup>2</sup> Renewable Capacity Statistics 2016.

[http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_RE\\_Capacity\\_Statistics\\_2016.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2016.pdf)

## 日本相继发布氢能与燃料电池和电动汽车路线图

2015年修订的《日本振兴战略》提出了到2030年实现下一代汽车（电动汽车、插电式混合动力车、混合动力车、燃料电池车等）在新车销量中占比达到50%-70%的目标，以此目标为指导，日本相继修订和出台了相关路线图，作为其下一代汽车战略的一部分。

3月22日，日本经济产业省修订更新了2014年6月发布的《氢能与燃料电池战略路线图》<sup>3</sup>。新路线图根据近两年来家用燃料电池、量产燃料电池汽车以及加氢基础设施的快速发展，明确设定了到2030年使日本燃料电池汽车发展到80万辆的目标，包括分阶段设定了到2020年普及4万辆燃料电池汽车、建立160个加氢站，到2025年普及20万辆燃料电池汽车、建立320个加氢站的中间目标。2014年公布的路线图缺少燃料电池汽车的数量发展目标，仅给出了到2025年使燃料电池汽车“实现与同级别混合动力汽车等价”这一定性的市场竞争力目标。到2016年初，日本共建成商业化加氢站约80座、销售推广量产型燃料电池汽车500辆左右，在世界上处于领先地位。路线图中还设定了家用燃料电池价格目标，即到2019年质子交换膜燃料电池（PEFC）价格达到80万日元，到2021年固体氧化物燃料电池（SOFC）价格达到100万日元。

3月23日，日本经济产业省又公布了《纯电动汽车及插电式混合动力车发展路线图》<sup>4</sup>，其中设定了在2020年使日本的纯电动车和插电式混合动力车发展到最高100万辆的普及目标。截至2016年2月，日本共累计销售量产型纯电动车和插电式混合动力车约14万辆。在充电基础设施建设方面，计划到2020年在公共住宅建设10000处充电桩、在独立住宅根据车主分布全面配套建设充电桩、在工作场所写字楼等建设完成9000处充电桩，在2万个大型商场、宾馆、观光设施等处建成配套充电设施，在日本18.4万公里国道和“都道府县”道完成快速充电站的“最优化配置”，要求全国都要达到或超过每隔30公里有一处充电站的最低要求。

（陈伟）

## DOE 发布首份美国能源行业就业分析报告

3月24日，美国能源部（DOE）发布首份《美国能源行业就业》<sup>5</sup>年度报告，定量展现了在能源领域快速变革的当下行业就业环境的整体图景，包括四个部门：发电与燃料，能源传输、分配与储存，能源效率（建筑业和制造业）和机动车。报告

<sup>3</sup> 「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」をとりまとめました。

<http://www.meti.go.jp/press/2015/03/20160322009/20160322009.html>

<sup>4</sup> 電気自動車・プラグインハイブリッド自動車の普及に向けて、「EV・PHV ロードマップ」をとりまとめました。<http://www.meti.go.jp/press/2015/03/20160323002/20160323002.html>

<sup>5</sup> U.S. Energy and Employment Report.

<http://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/03/f30/U.S.%20Energy%20and%20Employment%20Report.pdf>

由 BW 研究伙伴关系公司（BW Research Partnership）受 DOE 委托，采用美国劳工部劳工统计局官方数据和自主开发的定量调查方法完成。所有数据更新到 2015 年第二季度。

报告显示，美国发电与燃料部门直接雇佣了 160 万就业人员，近 63% 属于化石燃料领域，约 37%（60 万人）属于可再生能源、核能等低碳技术领域，其中太阳能发电领域就业人员有 30 万人，可再生燃料领域有 9.2 万人，风电领域有 7.7 万人，核电与核燃料领域有 4.3 万人。能源传输、批发贸易与分配、储存部门雇佣了 104.6 万就业人员，其中储能技术领域有 2.7 万人，智能电网技术领域有 1.3 万人。在能效部门，能效产品与服务设计、安装和制造领域雇佣有近 190 万就业人员，其中高能效照明技术领域有 32.8 万人，先进建筑材料/隔热领域有 29.3 万人，高能效暖通技术领域有 18.6 万人，能源之星认证家电领域有 16.2 万人。机动车部门雇佣有 240 万人（不包括汽车经销商），目前有超过 19 万人属于天然气汽车、混合动力车、插电式混合动力车、纯电动车、氢能与燃料电池汽车等替代燃料车辆领域，而混合动力车、插电式混合动力车和纯电动车领域就业人员占到一半以上（10.8 万人）。

报告的调查结果还显示，上述四个部门雇主预计 2016 年就业岗位将总体增加约 7%。能效部门雇主预计将提供 26 万个新岗位，增长 14%；能源传输、批发贸易与分配、储存部门就业岗位将增长 5%；发电与燃料部门岗位将增长 4%；机动车部门岗位将增长 1%。

（陈伟）

## MIT 发布报告提出道路交通节能减排建议

麻省理工学院 3 月 15 日发布《轻型车辆至 2050 年节能减排潜力》报告<sup>6</sup>指出，道路交通是应对气候变化挑战的重要组成部分，也是全球石油需求和温室气体排放的一个重要来源。改变交通系统（包括出行行为、使用车辆以及动力燃料）能够提供温室气体大幅减排的潜力，而且对于减缓气候变化十分必要。同时，可以通过实施政策、改变驾驶行为以及发展替代燃料和能源来源来应对这一挑战。

报告中确定了轻型车辆（包括乘用车和轻型卡车等）发展的三条重要路径：通过改进现有的系统和技术来获得短期效益，通过改变驾驶习惯节约燃料来获得短期到长期效益，以及改变交通系统使其从根本上成为碳密集程度较低的部门来获得长期效益。还需要开展更多的研发与示范研究，为交通行业的长期转型打下基础。

报告情景分析结果表明，到 2050 年左右，美国车辆技术的改进可以抵消车辆增长带来的影响，同时燃料消费和温室气体排放可以减少 50%。在欧洲，预期车辆增长不多，通过技术改进来减少排放，总体减排潜力和美国差不多。在日本，车辆规

<sup>6</sup> On the Road toward 2050: Potential for Substantial Reductions in Light-Duty Vehicle Energy Use and Greenhouse Gas Emissions. <https://mitei.mit.edu/system/files/On-the-Road-toward-2050.pdf>

模和利用率都会减少，因此总体减排潜力会更大。在中国，尽管目前车辆规模增长较大，但是随着增长速率的降低和技术的改进，预计到 2040 年左右车辆燃油消耗和温室气体排放会趋于稳定。

报告还提出了下述建议，以期使北美、欧洲和日本到 2050 年实现车辆燃料消耗和温室气体排放减少 40%-50%。若要实现更大规模的削减就需要开展一些额外工作，比如减少出行需求，以及扩大使用低排放交通替代燃料（如电力和氢）。

- 改进主流车辆的燃油经济性是短期内减少燃料使用和温室气体减排的主要机会，需要实施基于市场的激励措施以满足美国轻型车辆燃油经济性（CAFE）要求。

- 需要进一步明晰到 2025 年对于轻型车辆的 CAFE 标准，每加仑 54.5 英里的平均数据将不能反映届时大多数新车购买者的购车标准。

- 车辆电气化是一项很有潜力的替代能源和推进系统技术，随着时间的推移可以实现车辆低温室气体排放。

- 总体战略应包括通过出行行为的改变来节约能源，改进传统技术，转变交通系统，以及更多使用低碳能源。

- 政策方面应实施强制征收碳税与增加燃油税相结合，目前 CAFE 法规规定应当扩大和实施新的规定，改进现有的燃料来探索实现更多的温室气体减排。

（李桂菊）

## 中国研究

### WRI 提出中美清洁煤技术联盟下一阶段发展建议

3 月 28 日，世界资源研究所（WRI）发布题为《中美清洁能源合作：从清洁煤技术联盟中汲取的经验》<sup>7</sup>工作报告，通过专家调查法对中美清洁能源联合研究中心（CERC）清洁煤技术联盟第一阶段（2011-2015 年）的整体运行进行了评估，并为第二阶段（2016-2020 年）开展更高效的合作提出建议。调查的对象包括项目领导者和核心研究人员。清洁煤技术联盟第一阶段取得的部分成果包括：

- 在华能集团上海石洞口发电厂和杜克能源公司印第安纳吉布森发电厂联合开展了燃烧后碳捕集工艺研究；

- 华中科技大学与 B&W 公司在富氧燃烧试验台架方面进行了知识共享；

---

<sup>7</sup> U.S.- China Clean Energy Collaboration: Lessons from the Advanced Coal Technology Consortium.  
[http://www.wri.org/sites/default/files/US\\_China\\_Clean\\_Energy\\_Collaboration\\_lessons\\_from\\_the\\_Advanced\\_Coal\\_Technology\\_Consortium\\_1.pdf](http://www.wri.org/sites/default/files/US_China_Clean_Energy_Collaboration_lessons_from_the_Advanced_Coal_Technology_Consortium_1.pdf)

- 神华集团、劳伦斯利弗摩尔国家实验室、西维吉尼亚大学和怀俄明大学开展合作，确定中国鄂尔多斯盆地和美国怀俄明州 Rock Springs 隆起地区合适的碳封存地址；

- 延长石油集团公司和怀俄明大学在中国开展了二氧化碳强化采油项目；

- 肯塔基大学、杜克能源公司和中国新奥集团在微藻利用二氧化碳方面进行了数据共享。

报告指出，在这类合作中信息共享至关重要，而清洁煤技术联盟在这方面表现有好有坏：在发表论文、制定方法和标准方面表现较好，但在更敏感的市场和工程数据共享方面出现了前后不一致的情况。目前存在两个问题：一是对各个机构的角色定位不清，如谁负责示范项目、谁负责研究开发，只有在角色的定位上达成一致，才能建立共同的视角和合适的计划去实现。二是缺乏商业利益和研究利益的综合，美方联盟计划在 2016 年建立一个由私营企业组成的委员会，从市场的角度来评估研发示范活动，提供战略研究指导。总的来看，有 90% 项目领导者反映清洁煤技术联盟强化了双方的研发能力，并有助于建立合作伙伴关系和争取研究经费。报告还认为，CERC 的合作模式在更广泛的中美合作中有可资借鉴之处，其外交重要程度与其对研发的支持同样富有价值，为其他国家建立类似的合作研发计划提供参考。报告最后为清洁煤技术联盟第二阶段开展更高效的合作提出了四项建议：

(1) **在所有层面加强交流**。在联盟层面，通过稳定的交流渠道和定期的双向个人访问加强领导者的交流，以及在项目计划、资金分配、成员招募和研究进展之间的协调。允许在任务之间的资源分配上具有灵活性。在联盟层面指定双方的联系人，召开定期会议。在项目层面，增加交流的频次（如每两周一次）。加强人员实时交流和协同工作（除年度会议外，每年举行零距离研讨会）。在项目层面上指派双方的联系人。

(2) **增进私营部门参与**。在初期讨论即引入私营部门参与建立研究议程，了解私营部门需求并展示联盟能提供的满足这些需求的条件。基于知识产权相关国家法律，在建立知识产权框架中引入私营部门参与以满足利益相关者的需求。在评价研究绩效中引入私营部门参与。2016 年春季可在华盛顿和北京两地举行 2-3 场宣传活动，以向相关企业、研究机构和地方政府官员展示清洁煤技术联盟的相关信息。这种类型的巡回宣传能够为联盟和项目负责人提供一个展示第一阶段成果的机会，并激起相关机构对第二阶段研究项目的兴趣。

(3) **强化联合研发示范**。联盟研究应集中在工业规模的示范项目。因此，研究资源需要整合，目前由于缺乏足够的私营部门参与，使得研究过于关注实验室阶段研发，并且有许多研究项目没有得到充足的资源。资源需要向对两国研究人员都有意义且有真正合作的项目倾斜。报告调查结果表明，并不是所有研究任务都得到双

方相同的关注程度。

(4) 在研究方向和成员变动上具有灵活性。需要优先考虑在各个阶段确定合适的合作伙伴，包括接受或退出成员的快速反应机制。建立允许新成员快速加入到合作研发活动的机制。清洁煤技术联盟还需要作为一个平台，促进洁净煤技术的发展，定期举办向公众宣传的研讨会以吸引新的资源和参与合作伙伴。

CERC 成立于 2009 年，旨在搭建平台促进中美两国的科学家和工程师在清洁能源技术领域开展联合研究项目<sup>8</sup>。双方投入相等资源分别建立产学研联盟，确定双方共同感兴趣的领域，联合制定工作计划和开展项目合作研究。第一期（2011-2015 年）双方共投入 1.5 亿美元用于建筑节能、清洁煤和清洁能源汽车三个优先领域，公共和私营渠道各出资一半，每个领域投入 5000 万美元。中美双方在 2014 年 11 月就 CERC 二期合作内容达成一致，同意在 2016 年至 2020 年继续投入 2 亿美元支持中心发展，并增加“能源与水资源”作为新的合作领域。清洁煤技术联盟主要推动煤炭清洁利用和二氧化碳捕集、利用与封存领域的研究。

（陈伟 张凡）

## 项目计划

### DOE 推动同步相量技术开发部署

3 月 22 日，美国能源部（DOE）发布报告评估在经济复苏法案资助下同步相量技术部署情况，并宣布两项资助总额达 680 万美元的研究计划招标推动技术进一步发展<sup>9</sup>。同步相量技术是利用高精度的 GPS 卫星同步时钟实现对电网母线电压和线路电流相量的同步测量，通过通信系统传送到电网的控制中心，能够为电力系统运营商提供电网运行状态实时监控或实现区域保护和控制。在美国经济复苏法案的支持下，美国能源部和产业界投入了约 3.58 亿美元用于部署同步相量技术，2009 年北美地区仅有 166 套研究规模的联网相量量测设备（PMUs），经济复苏法案资金资助的项目安装了 1380 套 PMUs 和 226 套相量数据集中器，使得目前北美电网中已部署了近 2000 套 PMUs。

此次宣布的两项研究计划招标分别是：

- 用于可靠性和资产管理的同步相量应用与工具(2-4 个项目，共 500 万美元)：

<sup>8</sup> U.S.-China Clean Energy Research Center. <http://www.us-china-cerc.org/index.html>

<sup>9</sup> Energy Department Announces Progress, Next Steps on Improving the Reliability of the Nation's Electric Grid with Synchronphasor Technology. <http://energy.gov/oe/articles/energy-department-announces-progress-next-steps-improving-reliability-nation-s-electric>

推动产业界在可靠性管理和资产管理这两个重要领域开发软件应用。

• 应对未来电力系统的风险和不确定性（5-6 个项目，共 180 万美元）：推动高校、研究机构开展未来电力系统风险和不确定性的基础研究，包括批发市场运行、输电规划和需求侧参与等。

（陈伟）

## 德 4 亿欧元能源转型计划资助四大重点领域

4 月 5 日，德国联邦教研部（BMBF）宣布了能源转型“哥白尼计划”<sup>10</sup>四大重点领域资助结果，每个领域均成立一个研究联盟开展研发，包括 230 家学术界和经济界机构参与。项目于今年开始实施，独立专家团队将跟踪评估项目进展。这四大领域包括：新的电网架构、可再生能源过剩电力转化储能（制气态或液体燃料、基础化学品）、适应波动性电力供给的工业过程、加强能源系统协同集成。

德国联邦教研部于 2015 年 9 月 17 日即宣布启动“哥白尼计划”，未来 10 年投资约 4 亿欧元，为能源系统转型寻找解决方案，这是德国目前为促进能源转型开展的最大科研资助行动。“哥白尼计划”将分三个阶段实施，以便根据实际情况及时做出调整。德国联邦教研部承诺，在 2018 年前的第一阶段投入 1.2 亿欧元，并在 2025 年前再提供 2.8 亿欧元。

（陈伟）

## 英资助 3820 万英镑用于低碳车辆技术研发

3 月 21 日，英国交通部低排放车辆办公室和英国创新机构宣布联合投入 3820 万英镑，资助超过 150 个低碳车辆技术研发项目<sup>11</sup>，提升燃料效率并使得电动车拥有更远的续航里程，有望在 2018 年推出原型，2020 年商业化应用，项目概况参见表 1。

表 1 英资助 3820 万英镑用于低碳车辆技术研发

区域	项目说明
中西部地区	向 36 家机构提供 760 万英镑资助，其中向捷豹路虎和日产领导的团队提供 170 万英镑资助，帮助其开发复合材料的大规模制造方法以提升燃料效率，并使得英国成为相关产品的出口国
约克郡及汉伯地区	向 12 家机构提供 440 万英镑资助，其中向 Faradion 公司领导的团队提供 130 万英镑的资助开发钠离子电池，以显著降低电动汽车电池成本，而谢菲尔德大学和 Magnomatics 公司将合作开发更高效的传统系统

<sup>10</sup> Sicher, bezahlbar und sauber. <https://www.bmbf.de/de/sicher-bezahlbar-und-sauber-2624.html>

<sup>11</sup> £38 million fund will use FI technology to design greener cars.

<https://www.gov.uk/government/news/38-million-fund-will-use-fi-technology-to-design-greener-cars>

东南部地区	向 20 家机构提供 560 万英镑资助，其中 Ceres 电力公司领导的团队将获得 77 万英镑资助以测试新型燃料电池
中东部地区	向 23 家机构提供 750 万英镑资助，其中诺丁汉 Far-UK 领导的团队将获得 140 万英镑资助以研究在保证最高安全标准的情况下，采用轻质材料替换钢铁车身
苏格兰	向 7 家机构提供 250 万英镑资助，其中爱丁堡 Sunamp 公司领导的团队将研究利用热储存技术转变冷冻食品运输车队，从而最小化冷链运输车食品保鲜的电力需求
西北部地区	向 7 家机构提供 170 万英镑资助，Clean Air Power 公司将探索载重汽车绿色双燃料技术，降低货运温室气体排放
英格兰东部地区	向 15 家机构提供 290 万英镑资助，Controlled Power Technologies 公司领导的团队将获得 180 万英镑资助以开发城市小型车低成本混动技术
大伦敦区	向 11 家机构提供 220 万英镑资助，Advanced Design Technology 公司领导的团队将开发废热回收发电技术
西南部地区	向 16 家机构提供 310 万英镑资助，HiETA Technologies 公司领导的团队将获得 170 万英镑资助以开发更轻的先进铝合金汽车零部件
东北部地区	向 5 家机构提供 57 万英镑资助，包括与捷豹路虎公司的汽车轻量化研究合作

(黄健)

## 日开展配备碳捕集的吹氧 IGCC 实证示范

4 月 4 日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）宣布将从 2016 年度开始，对配备 CO<sub>2</sub> 捕集设备的“吹氧煤气化联合循环发电”（吹氧 IGCC）开展实证示范<sup>12</sup>。目标是使吹氧 IGCC 的 CO<sub>2</sub> 捕集率达到 90%，实现与现行粉煤发电同等水平的 40% 净热效率（高热值）。此次示范是“煤气化燃料电池联合循环发电（IGFC）验证项目”的第二阶段。

2012 年度开始的第一阶段工作是在大崎电站内建设了向煤气化炉供应氧气，实施燃气轮机与蒸汽涡轮联合发电的吹氧 IGCC 的验证试验设备。设备于 2015 年度开始试运转，预定 2017 年 3 月正式投入验证运转。这一阶段资金投入为 292 亿日元。

2016 年度开始的第二阶段工作，将从煤炭发电系统的性能、可用性、可靠性和经济效益几个方面对配备 CO<sub>2</sub> 捕集设备的吹氧 IGCC 进行验证。将研究回收二氧化碳发生能源损耗而导致发电效率降低的课题。这一阶段资金投入为 183 亿日元。

第三阶段计划在 2018 年启动增加燃料电池发电模块的 CO<sub>2</sub> 捕集型 IGFC 实证试验。旨在 2025 年左右开发大型商业化 IGFC 技术，目标是使净热效率达到 55%，单位 CO<sub>2</sub> 排放量减少到 590 gCO<sub>2</sub>/kWh 左右（比目前降低 30% 左右）。

(陈伟)

<sup>12</sup> CO<sub>2</sub> 分離・回収型酸素吹石炭ガス化複合発電の実証事業を開始。  
[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100554.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100554.html)

## 空客集团与西门子联合研发航空混合电力推进系统

4月7日，空客集团和西门子签署长期合作协议<sup>13</sup>，将共同开发航空混合电力推进系统，旨在推进航空领域电气化，到2020年示范多种混合电力推进系统的技术可行性，到2030年能够实现100座以下的客机配备混合电力推进系统。双方将组建一个包括约200人的研发团队开展具体工作。根据计划，双方将开发功率输出在数百千瓦级到数十兆瓦级的多种推进系统原型，适用于100座以下的小型飞机、直升机或无人机。早在2011年，空客、西门子和奥地利制造商钻石飞行器公司合作测试过一台混合动力飞机，空客集团在2014年也开发了首个两座版电动训练机E-Fan。

(陈伟)

## 前沿与装备

### 核废料处理技术新突破

核废料中由于存在少量难以分离的锔系元素镅(Am)，导致其一直以来难以得到安全处置。美国北卡罗来纳教堂山分校 Thomas J. Meyer 教授课题组联合爱达荷国家实验室的研究人员效仿太阳能制燃料把电子从水分子中分离的做法，采用比分解水两倍多的能量将电子从镅(Am)中抽取出来。在被剔除掉三个电子后，镅就像铀和钍一样，能用现有技术去除。研究人员设计合成了一种多孔的高比表面积氧化物电极材料，它由导电玻璃FTO和涂覆有导电纳米颗粒(通常为ITO或者ATO)的网状非晶态石墨构成，同时研究人员对该电极进行表面修饰，利用共价键结合4'-phosphonyl-(4-phenyl)-2,2':6',2''-terpyridine(p-tpy)作为表面配体键合位点，以强氧化性、具有高亲和能力的N电子给体作为配体，将其用于电解氧化含有Am(III)硝酸的溶液。通过对Am(III)硝酸溶液的光谱分析研究发现，得益于p-tpy表面配体键合位点引入，在较低氧化电位(1.8V)条件下，就能够将Am(III)氧化成高价态的Am(V)，即 $[AmVO_2]^+$ ，而高氧化态的 $[AmVO_2]^+$ 很容易通过成熟的萃取技术从溶液中分离。研究人员下一步将继续推进相关研究，希望能够扩展该技术规模，促进核能的发展。相关研究成果发表在《Science》<sup>14</sup>。

(郭楷模)

<sup>13</sup> Airbus Group and Siemens Sign Long-Term Cooperation Agreement in the Field of Hybrid Electric Propulsion Systems. <https://www.siemens.com/press/PR2016040246COEN>

<sup>14</sup> C J Dares, A M Lapidés, B J Mincher, et al. Electrochemical oxidation of <sup>243</sup>Am(III) in nitric acid by a terpyridyl-derivatized electrode. *Science*, 2015, 350 (6261): 652-655.

## 德科学家开发新型有机无机杂化“人工树叶”

德国亥姆霍兹柏林材料与能源中心 Michael Lublow 教授课题组首次设计合成了一种新型有机无机杂化的硅基光阳极（人工树叶）用于光解水产氧。该光阳极最大的特点在于在二氧化硅基底上覆盖着一层极薄（3-4nm）的透明、耐酸性和高导电性的碳链有机保护层，且该保护层是在二氧化硅基底上电泳沉积点状分布的催化剂 RuO<sub>2</sub> 纳米颗粒时引起的乙醇聚合反应形成的。得益于该保护层的耐酸性（稳定性）和高导电性，基于该光阳极的光伏和光催化工作模式都获得了优异的性能，两者的光电流依次达到了 20 mA cm<sup>-2</sup> 和 15 mA cm<sup>-2</sup>，进一步研究发现基于该光阳极的器件性能尤其稳定，其在光伏模式下连续工作 8 小时和光催化模式下连续工作 24 小时情况下，均能保持稳定的功率输出。得益该保护层高稳定性、高导电性，光催化解水效率大幅提高。该项研究创新性引入有机保护层，首次构造出了有机无机杂化的稳定光阳极结构，克服了传统光阳极光解水的不稳定性问题，为光催化光阳极设计提供了新思路；同时，该保护层的制备方法具备良好的可扩展性，可沿用到其他半导体材料。相关研究成果发表在《*Advanced Energy Materials*》<sup>15</sup>。（郭楷模）

## MIT 利用钙作为液态金属电池新材料

麻省理工学院材料化学系 Donald R. Sadoway 教授研究团队在 10 年前发明了大容量液态金属电池。但是最初的电池原型受限于材料来源，成本较为昂贵，不利于其规模化应用。近日，Sadoway 教授发现加入钙这一化学成分可促使这一电池技术更加廉价、实用。研究人员设计合成了 Ca-Mg 熔融合金作为液态电池的负极材料，通过低熔点的 Mg 来调控高熔点的 Ca，经过对合金中两者成分的优化（Ca 与 Mg 的摩尔比为 9:1），研究人员可以将该合金负极工作温度降到 500℃ 左右；另外，研究人员采用高离子导电性的氯化锂（LiCl）和氯化钙（CaCl<sub>2</sub>）的混合物（LiCl-CaCl<sub>2</sub>，Li 与 Ca 的摩尔比为 65:35）液体作为电解质，克服了 Ca 易溶于盐溶液导致电池短路失效问题。研究人员将上述的材料用于组装电池，并以 Bi 为正极。研究发现，电池具有高能量密度和很长的寿命，在 550℃、200 mA cm<sup>-2</sup> 放电电流下，电池经过 1400 次循环后电池容量基本无衰减，库伦效率接近 100%，能量效率高达 70%，体积能量密度达到了 228 Wh L<sup>-1</sup>。该项研究进一步提高了液态电池性能，降低了其成本，为液态电池大规模应用（如电网级别的储能）开辟了道路。相关研究成果发表在《*Nature Communications*》<sup>16</sup>。（郭楷模）

<sup>15</sup> Anahita Azarpira, Thomas Schedel-Niedrig, H.-J. Lewerenz, et al. Sustained Water Oxidation by Direct Electrosynthesis of Ultrathin Organic Protection Films on Silicon. *Advanced Energy Materials*, 2016, DOI: 10.1002/aenm.201502314.

<sup>16</sup> Takanari Ouchi, Hojong Kim, Brian L Spatocco, et al. Calcium-based multi-element chemistry for grid-scale electrochemical energy storage. *Nature Communications*, 2016, 7: 10999.

## 研究人员首次实现对锂离子电池电化学反应的实时观测

美国橡树岭国家实验室 Nina Balke 教授课题组联合德雷塞尔大学的研究人员共同制备了基于层状二维过渡金属碳化物  $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$  电极的锂离子电池, 利用先进的扫描探针显微镜以及借助密度泛函理论, 首次实现对该电池充放电循环过程电解质中阳离子(锂离子或者钾离子)的脱嵌、扩散迁移和嵌入等电化学反应的实时原位观测、量化表征和理论模拟, 研究了离子上述电化学反应与  $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$  电极材料的物理机械性能(弹性系数)的相互作用, 从而最终影响电池性能。研究发现层状  $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$  电极材料的外平面弹性系数与阳离子数量有关, 并且阳离子嵌入层状  $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$  电极夹层空间时具有择优的嵌入路径, 且当阳离子嵌入其中时电极的弹性性能降低。该项研究首次实现对锂离子电池电化学反应的原位实时观测, 直观了解了充放电循环过程中离子是如何从电极脱嵌、嵌入, 以及上述行为对电极材料弹性性能的影响, 揭露了锂离子电池工作时电化学反应和材料物理机械性能之间的关系, 为设计高性能的锂离子电池奠定了理论基础。相关研究成果发表在《*Advanced Energy Materials*》<sup>17</sup>。

(郭楷模)

## 日科学家研发新型高效固态电解质

东京工业大学 Ryoji Kanno 教授研究团队联合日本丰田公司的研究人员设计合成了两种高性能的基于锂元素的超离子导体(亦称固态电解质)材料  $\text{Li}_{9.54}\text{Si}_{1.74}\text{P}_{1.44}\text{S}_{11.7}\text{C}_{10.3}$  和  $\text{Li}_{9.6}\text{P}_3\text{S}_{12}$ , 通过同步辐射 X 射线衍射仪表征发现, 这两种固态电解质具备类似的晶体结构, 并且具备了很高的离子导电性 ( $25 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) 和优秀的热稳定性。研究人员将上述电解质材料用于组装电池, 研究发现电池内阻较小, 相比于传统的基于液态电解质的锂离子电池, 该固态锂电池呈现出更高的输出功率、能量密度和放电电流特性, 并且电池具备了很宽的工作温度范围 ( $-30^\circ\text{C}$  到  $100^\circ\text{C}$ )。进一步研究发现电池具备了快速充放电特性, 得益于电解质的稳定性, 电池具备了优秀的循环能力, 500 次充放电循环后仍能保持初始状态 75% 的电量。该项研究有望应用于未来电动车领域, 提高其续航里程; 同时为固态电池的未来发展提供了新的思路。相关研究成果发表在《*Nature Energy*》<sup>18</sup>。

(郭楷模)

<sup>17</sup> Jeremy Come, Yu Xie, Michael Naguib, et al. Nanoscale Elastic Changes in 2D  $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$  (MXene) Pseudocapacitive Electrodes. *Advanced Energy Materials*, 2016, DOI: 10.1002/aenm.201502290.

<sup>18</sup> Yuki Kato, Satoshi Hori, Toshiya Saito, et al. High-power all-solid-state batteries using sulfide superionic conductors. *Nature Energy*, 2016, DOI: 10.1038/nenergy.2016.30.

## 中国科学院武汉先进能源战略情报中心简介

中国科学院武汉先进能源战略情报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：钙钛矿太阳能电池 我国能源互联网发展重要战略问题研究 .....

编辑出版：中国科学院武汉文献情报中心 中国科学院武汉先进能源战略情报研究中心

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@mail.whlib.ac.cn