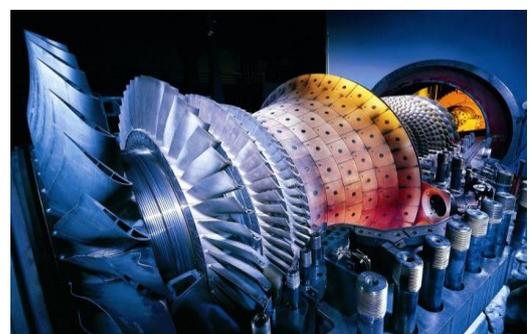


中国科学院武汉文献情报中心

中国科学院武汉先进能源战略情报研究中心

2016年第9期（总第263期）

# 先进能源科技动态监测快报



## 本期重点

- 日本公布中长期能源创新战略
- IEA：2015年OECD国家电力、石油和天然气产量均现增长
- NREL评估美国屋顶光伏发电技术潜力
- Lux Research：钙钛矿太阳能电池有望于2019年实现商业化
- 全球首个20 kW电动汽车无线充电系统研发成功

# 目 录

## 决策参考

日本公布中长期能源创新战略 .....	2
IEA: 2015年OECD国家电力、石油和天然气产量均现增长 .....	4
NREL 评估美国屋顶光伏发电技术潜力 .....	6
Lux Research: 钙钛矿太阳电池有望于2019年实现商业化 .....	7

## 项目计划

ARPA-E 资助6000万美元开展先进车辆技术和生物固碳研究 .....	8
美两部门合作推动创新智能交通系统和替代燃料技术发展 .....	9
NASA 资助6700万美元研发深空探索太阳能电力推进系统 .....	10

## 前沿与装备

全球首个20kW电动汽车无线充电系统研发成功 .....	11
钙钛矿/晶硅叠层太阳电池转换效率达到25.5% .....	11
日科学家刷新大面积钙钛矿太阳电池转换效率纪录 .....	11
研究人员开发循环寿命超过20万次的超级电容器 .....	12
MIT 科学家设计间接碳燃料电池复合系统 .....	12
新研究显示煤炭有望用于开发碳纳米光电材料 .....	13

## 本期概要

**日本相继公布了中期和长期能源战略方案：**一份是经济产业省发布面向 2030 年的《能源革新战略》，提出了到 2030 年前兼顾经济发展和应对气候变化问题进行能源系统改革，从政策制度和技术开发两方面推行新举措，到 2030 年实现能源生产和消费结构优化目标。另一份是日本内阁府综合科技创新会议（CSTI）发布面向 2050 年的《能源环境技术创新战略》，提出了到 2050 年前能够引入和普及具有革命性影响的五大能源技术创新领域，实现全球温室气体排放减半和构建新型能源体系的目标。详见正文。

**国际能源署（IEA）发布了 2015 年经济合作与发展组织（OECD）国家电力、石油和天然气行业发展统计数据简报，指出 2015 年 OECD 国家电力、石油和天然气生产均有增加，其中太阳能发电和风力发电量增长了 16%，而美国引领油气产量的增长：**2015 年 OECD 国家发电量同比增长 0.3%，风电和太阳能发电的增长抵消了火力发电和水力发电的降低（-1%），核能发电量同比下降了 0.5%，可再生能源发电占比从 2014 年的 20.6% 提高到 21.5%，而火力发电占比下降了 0.7 个百分点至 60.3%，核电占比基本维持在 18.3%。2015 年 OECD 国家石油产量增长了 4.8%，达到 11.45 亿吨（2520 万桶/日），主要驱动因素是美国产量的增长（增加了约 5000 万吨或 3.7 亿桶，+9.2%），占 OECD 国家总产量的一半以上。2015 年 OECD 国家天然气产量同比增长 2.3%，同样以美国为主导，该国 2015 年天然气产量为 7688 亿立方米，同比增长 5.3%。

**美国能源部国家可再生能源实验室（NREL）发布了《美国屋顶光伏发电技术潜力评估报告》，对全美屋顶光伏发电技术潜力（装机容量和发电量）进行了量化评估：**全美屋顶光伏系统的装机容量技术潜力可达 1118 GW，年光伏发电量潜力可达 1432 TWh，相当于全美消费电量的 39%，这几乎是此前 2008 年报告分析结果（装机容量潜力 664 GW，年发电量潜力 800 TWh）的两倍。报告将此归结于光伏组件输出功率的提高、建筑物适宜性估算的改进、建筑物总数量预期的增长以及光伏性能模拟工具的改进。

**市场研究机构 Lux Research 公司发布《钙钛矿太阳电池崛起：确定最佳的学术合作伙伴》报告，强调了企业和学术界开展合作是推进钙钛矿电池商业化进程的最佳方式：**钙钛矿太阳电池的研究方面取得了显著的成果，其转换效率从 2009 年首次报道时的 3.8% 迅速蹿升到了 22.1%，但钙钛矿电池普遍存在稳定性、铅毒性和实际应用中（室外自然环境）能否保持和实验室一样高效率的问题，延缓了钙钛矿太阳电池走向商业化的进程。随着学术界和企业双方合作的加强和深入，阻碍钙钛矿电池商业化进程的问题会逐步得到解决，并预计钙钛矿太阳电池有望于 2019-2021 年间实现商业化。

**美国橡树岭国家实验室联合丰田汽车公司、思科公司、Evatran 公司和克莱姆森大学成功研发了全球首个 20 kW 电动汽车无线充电系统：**充电效率达到 95%，充电速度是目前电动汽车采用的传统有线充电系统的三倍。该项研究工作将为电动汽车消费者提供自主便利、安全、高效的无线充电方式，有望推动电动汽车真正成为主流。

# 日本公布中长期能源创新战略

4月19日，日本相继公布了中期和长期能源战略方案：一份是经济产业省发布面向2030年的《能源革新战略》<sup>1</sup>，提出了到2030年前兼顾经济发展和应对气候变化问题进行能源系统改革，从政策制度和技术开发两方面推行新举措，到2030年实现能源生产和消费结构优化目标。另一份是日本内阁府综合科技创新会议（CSTI）发布面向2050年的《能源环境技术创新战略》<sup>2</sup>，提出了到2050年前能够引入和普及具有革命性影响的五大能源技术创新领域，实现全球温室气体排放减半和构建新型能源体系的目标。

## 一、面向2030年的《能源创新战略》

主要包括提高能效、扩大可再生能源占比、构建新型能源供给系统这三大主题，估算到2030年前节能、可再生能源等领域投资将达到28万亿日元。

### 1 节能

**扩大工业节能“领跑者制度”行业覆盖面：**在未来三年内扩大到七成，覆盖的对象包括制造业、流通业、服务业等行业，通过树立节能标杆、政策激励、提高节能标准，推动高耗能产业能效水平不断提升。制度督促工厂加强对废热利用，强化对中小企业的节能支持，并且构建节能评价制度，对用能企业进行节能优良分级。

**住宅节能改造：**加快节能电器在日本家庭中的普及使用，对现有住宅进行节能改造，确保新建住宅均为零能耗建筑，以实现2020年住宅节能标准化目标。

**交通节能减排：**实施燃油效率标准、智能交通技术、运输结构调整等措施，并辅以财税激励政策，促进节能低排放汽车和新能源汽车的发展。

### 2 扩大可再生能源占比

**调整可再生能源上网电价（FIT）政策：**保证在提高可再生能源比例的同时，避免因过高的电价补贴而将负担转移到电力消费者身上。可再生能源上网电价及相关制度改革主要包括三个方面：根据2030年能源结构优化的比例目标，合理配置获得上网电价政策支持的光伏项目；降低国民负担，高效低成本地使用上网电价政策；充分发挥电力系统改革成果，构建电力交易市场，最终实现2030年可再生能源发电占比22%~24%的目标。

### 3 构建新型能源供给系统

**构建低碳电力系统减少碳排放：**发展煤炭高效低排放燃烧技术、碳捕集与封存

1 エネルギー革新戦略を決定しました。 <http://www.meti.go.jp/press/2016/04/20160419002/20160419002.html>  
エネルギー革新戦略（概要）。 <http://www.meti.go.jp/press/2016/04/20160419002/20160419002-1.pdf>

2 「エネルギー・環境イノベーション戦略（案）」の概要。 <http://www8.cao.go.jp/cstp/siryu/haihui018/siryu1-1.pdf>

技术；推进可再生能源技术开发及相关设备制造以及电网建设，发展低碳经济。

**利用物联网（IoT）技术实现电力供需的高效管理：**将家庭用太阳能发电设备、蓄电池等与物联网相结合，根据需求为必要的地区输送电力以保障稳定供给，即建立一套高效调控电力供需、提高能源效率的机制；此外，为实现机器的远程操控将完善有关标准，2016 年度还将建立“节余电力交易市场”。

## 二、面向 2050 年的《能源环境技术创新战略》

提出了日本将要重点推进和向国际推广的五大技术创新领域，包括能源系统集成、节能、储能、可再生能源发电以及碳固定与利用，以实现到 2050 年全球温室气体排放削减一半、温升不超过 2℃ 的目标。

### 1 能源系统集成领域

**先进能源集成管理系统：**利用大数据分析、人工智能、先进的传感器和物联网技术构建一系列智能能源集成管理系统（如 HEMS、BEMS 和 FEMS<sup>3</sup>等）以实现对建筑、交通和家庭用电信息的实时监测、采集和分析，从而实现对用户用电情况实时性、全局性和系统性远程调控、优化管理，实现“管理节能”和“绿色用能”。

### 2 节能领域

**创新制造工艺：**优化各化工原料现有的制造工艺，或者研发先进的制造技术（如高效的膜分离技术、新催化剂），将化学品制备过程（如反复蒸馏分离、加热和冷却）的能耗减少 20%~50%。

**超轻量耐热结构材料：**开发变革性的轻量化结构材料和焊接技术，将汽车重量减少 50% 以上。研发耐高温耐腐蚀材料，保证能够满足效率达 60% 以上的燃气轮机高温运行环境要求。

### 3 储能领域

**新一代蓄电池：**研发低成本、安全可靠的快速充放电先进蓄电池技术，使其能量密度达到现有锂离子电池的 7 倍，同时成本降至十分之一，让小型电动汽车续航里程达到 700 km 以上；还可用于储存可再生能源，实现更大规模的可再生能源并网。

**氢燃料制备、存储和使用：**研发先进的制氢、储氢和氢燃料发电技术，扩大使用范围，大规模发展氢能供给技术，构建零排放的“氢能社会”。

### 4 可再生能源发电领域

**新一代光伏发电技术：**加速研发太阳电池新材料和新结构，将电池光电转换效率提高至目前水平的 2 倍以上，降低制造和相关配套设施成本，实现光伏发电成本 7 日元/kWh 的目标，推进光伏发电技术普及。

**新一代地热发电技术：**开发先进的地热资源勘探技术（如钻井、监测等），以及地层环境表征模拟新技术，更好地掌握地层裂缝和流体活动情况，消除地热资源勘

---

<sup>3</sup> HEMS 是家庭能源管理系统，BEMS 是建筑能源管理系统，FEMS 是工厂能源管理系统。

探过程中的潜在风险，实现安全、高效开发地热资源，促进地热发电技术发展，将地热发电的装机潜力提高 2 倍以上。

## 5 二氧化碳固定及有效利用

**CO<sub>2</sub> 循环利用技术：**开发先进高效的 CO<sub>2</sub> 分离、回收、循环利用技术（如 CCS、生物固碳和人工光合作用等），实现碳排放减半的目标。

为了确保顺利实现长期目标，战略提出了强化研发体系的四项举措，包括：（1）构建完善的研究体制，即政府主导、相关部门协同参与科技政策的制定和研究课题进展的评估审查；（2）共享研究资源，即内阁府和各能源环境相关部门应鼓励支持各创新单元（大学、国立科研机构和企业）进行研究资源的共享，促进技术的研发；（3）组建产学研联盟，加强企业、大学和国立科研机构的合作，推进技术创新和实用化进程；（4）加强国际参与和合作，互相学习，优势互补，共同致力于全球温室气体减排。

（郭楷模 陈伟）

## IEA：2015 年 OECD 国家电力、石油和天然气产量均现增长

4 月 6 日，国际能源署（IEA）发布了 2015 年经济合作与发展组织（OECD）国家电力、石油和天然气行业发展统计数据简报<sup>4</sup>，指出 2015 年 OECD 国家电力、石油和天然气生产均有增加，其中太阳能发电和风力发电量增长了 16%，而美国引领油气产量的增长。

2015 年 OECD 国家发电量同比增长 0.3%，风电和太阳能发电的增长抵消了火力发电（包括煤炭、天然气、石油、可再生燃料如生物质和乙醇以及废弃物发电等）和水力发电的降低（-1%），参见图 1。OECD 国家核能发电量为 1878.9 TWh，同比下降了 0.5%，其中 OECD 欧洲国家的下降抵消了 OECD 亚太地区国家的增长。2015 年，OECD 国家可再生能源发电<sup>5</sup>（不包括可再生燃料发电）占比从 2014 年的 20.6% 提高到 21.5%，而火力发电占比下降了 0.7 个百分点至 60.3%，核电占比基本维持在 18.3%。风电比去年同期增长了 77 TWh，主要来自 OECD 欧洲国家；太阳能光伏发电增长了 27 TWh，最大的增长来自 OECD 美洲国家。

---

<sup>4</sup> OECD electricity generation from wind and solar grew 16% in 2015.

<http://www.iea.org/newsroomandevents/news/2016/april/oecd-electricity-generation-from-wind-and-solar-grew-16-in-2015.html>

<sup>5</sup> 这里的可再生能源发电包括水力发电、风力发电、太阳能发电、地热发电、海洋能发电等。

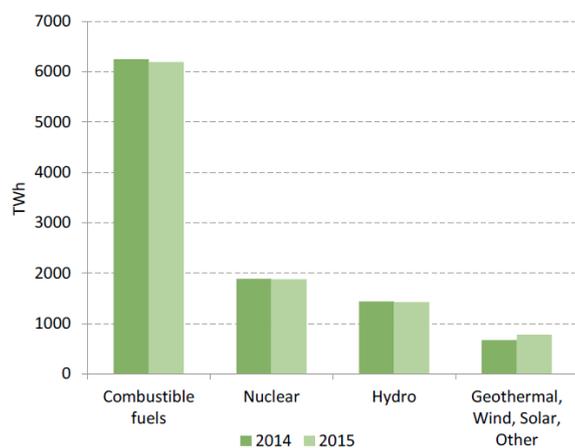


图 1 2014 年和 2015 年 OECD 国家发电细分行业对比

2015 年 OECD 国家石油产量增长了 4.8%，达到 11.45 亿吨（2520 万桶/日），主要驱动因素是美国产量的增长（增加了约 5000 万吨或 3.7 亿桶，+9.2%），占 OECD 国家总产量的一半以上。而在其他国家，墨西哥产量下降（-7.1%）与加拿大和英国的增长相抵消。OECD 成品油消费量增长了 1.2%，OECD 美洲国家和欧洲国家分别增长 1.5% 和 2.0%，而 OECD 亚太地区国家成品油消费减少了 0.9%。

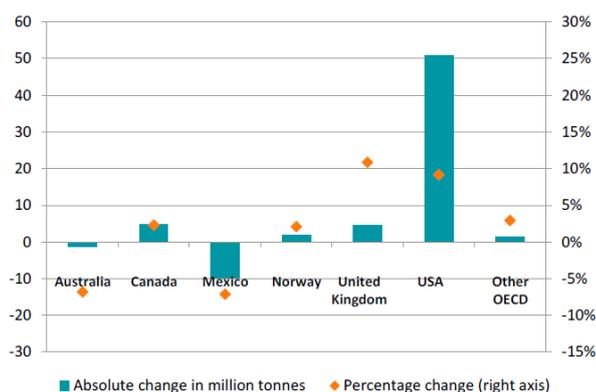


图 2 2015 年 OECD 国家石油生产相比 2014 年变化情况

2015 年 OECD 国家天然气产量同比增长 2.3%，同样以美国为主导，该国 2015 年天然气产量为 7688 亿立方米，同比增长 5.3%，而 OECD 欧洲国家和亚太地区国家分别下降了 2.3% 和 1.8%。OECD 国家天然气消费量同比增长了 1.6%，主要是由于 OECD 美洲国家（+1.9%）和欧洲国家（+3.9%）扩大利用天然气发电，而 OECD 亚太地区国家天然气消费减少了 4.9%。

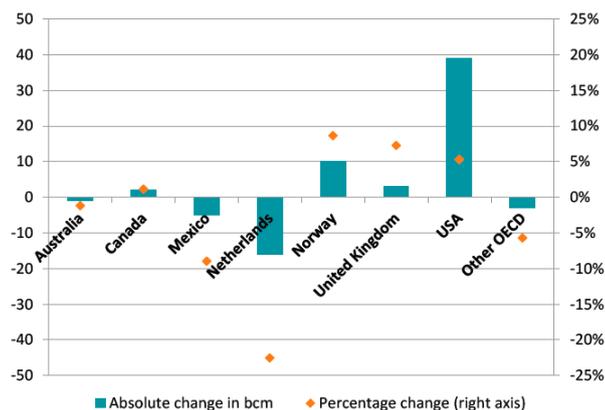


图3 2015年OECD国家天然气生产相比于2014年变化情况

(李桂菊)

## NREL 评估美国屋顶光伏发电技术潜力

4月24日，美国能源部国家可再生能源实验室（NREL）发布了《美国屋顶光伏发电技术潜力评估报告》<sup>6</sup>，通过LiDAR（激光雷达）系统采集数据，结合改进的数据分析方法、地理信息系统（GIS）和光伏发电建模技术，对全美128个城市的建筑物（相当于全美23%的建筑物）屋顶光伏发电技术潜力（装机容量和发电量）进行了量化评估，并由此外推估算了全美建筑屋顶光伏发电潜力，以帮助市政部门、公共机构、太阳能研究人员及其他利益相关方更加有效地从事光伏研究和政策制定，为屋顶光伏发电在美国的区域部署提供重要的参考依据。

报告指出，全美屋顶光伏系统的装机容量技术潜力可达1118 GW，年光伏发电量潜力可达1432 TWh，相当于全美消费电量的39%，这几乎是此前2008年报告分析结果（装机容量潜力664 GW，年发电量潜力800 TWh）的两倍。报告将此归结于光伏组件输出功率的提高、建筑物适宜性估算的改进、建筑物总数量预期的增长以及光伏性能模拟工具的改进。

其中小型建筑物的数量最为庞大，因此其屋顶光伏发电技术潜力最大，装机容量可达731 GW，年光伏发电量可达926 TWh，约占全美屋顶光伏发电技术潜力的65%。中大型建筑物屋顶光伏发电装机容量潜力为386 GW，年光伏发电量可达506 TWh，约占屋顶光伏发电技术潜力的35%。

报告强调，此次调查分析仅对现有、适宜装载屋顶光伏系统的建筑进行潜力评估，而不考虑地面和不太合适的屋顶空间安装光伏发电系统的巨大潜力。如果将上述情况都考虑进去，如在停车场等开放空间的顶棚安装光伏、或者通过建筑光伏集成，在城市地区屋顶光伏的实际发电量会超过上述估值。此外，估算的结果对于光

<sup>6</sup> Rooftop Solar Photovoltaic Technical Potential in the United States: A Detailed Assessment. <http://www.nrel.gov/docs/fy16osti/65298.pdf>

伏组件的性能很敏感,本次评估假定光伏组件的转换效率为 16%,如果效率达到 20%,那么屋顶光伏发电技术潜力将会增加 25%。

报告最后指出, NREL 将会采用更先进的卫星成像技术改善评估模型,从而实现全美数据采集,提供更加全面准确的潜力估算。

(郭楷模)

## **Lux Research: 钙钛矿太阳能电池有望于 2019 年实现商业化**

4 月 12 日, 美国市场研究机构 Lux Research 公司发布《钙钛矿太阳能电池崛起: 确定最佳的学术合作伙伴》报告<sup>7</sup>, 分析了钙钛矿太阳能电池的研究发展现状及其迈向商业化进程中所面临的问题, 强调了企业和学术界开展合作是攻克上述问题、推进钙钛矿电池商业化进程的最佳方式。

报告指出, 近年来全球各个地区的光伏研究机构在钙钛矿太阳能电池的研究方面取得了显著的成果, 其转换效率从 2009 年首次报道时的 3.8% 迅速蹿升到了 22.1%, 与商业化多年的硅基电池、CdTe、CIGS 等化合物薄膜电池相当。尽管效率已经很高, 但钙钛矿电池普遍存在稳定性、铅毒性和实际应用中(室外自然环境)能否保持和实验室一样高效率的问题, 而这些问题延缓了钙钛矿太阳能电池走向商业化的进程。

其中, 稳定性问题成为决定钙钛矿太阳能电池能否商业化应用的关键, 是目前的研究重点。报告指出, 一方面应该对钙钛矿电池性能的衰退机理做进一步深入的研究, 明确多孔结构与平板结构的钙钛矿电池性能的区别以及电池迟滞效应的缘由; 另外应该对钙钛矿电池进行“防水”处理, 如元素的替代、加入抗湿剂以及采用疏水性的空穴材料以提高其稳定性; 以及开发先进的封装工艺将钙钛矿电池有效密封, 避免其与水分接触。报告提出, 将钙钛矿电池与现有电池技术进行整合, 即构建叠层电池, 有望进一步提高太阳能电池的性能, 加速推进其商业化进程。而就钙钛矿电池铅毒性环境污染问题, 报告分析大多数钙钛矿电池的铅含量都低于相关法律法规设定的安全标准值, 因此这个问题影响应该微乎其微。

报告认为, 要想成功实现钙钛矿太阳能电池的商业化, 必须加强学术界和企业的合作, 发挥各自优势, 形成强大的研究、开发和生产一体化系统。报告就现有的案例做了分析, 指出澳大利亚 Dyesol 公司和瑞士洛桑联邦理工学院(EPFL) Michael Grätzel 教授课题组保持着长期合作关系, 双方于 2015 年 12 月份制备出了当时世界最高效率(21%)的钙钛矿电池; 类似的, 英国 Oxford Photovoltaic 公司与牛津大学 Henry Snaith 教授研究团队, 波兰 Saule Technologies 公司则与西班牙瓦伦西亚大学

---

<sup>7</sup> Perovskite Solar Cells on the Rise, With Likely Commercialization in 2019. <http://www.luxresearchinc.com/news-and-events/press-releases/read/perovskite-solar-cells-rise-likely-commercialization-2019>  
Analyst: commercial perovskite cells could appear from 2019. <http://optics.org/news/7/4/18>

等都保持着长期合作伙伴关系。长期合作保证了这几家光伏公司的技术始终处在钙钛矿电池研究领域的前沿，并且他们都已有相关的原型产品面世。因此，可以看出通过这种合作，是能够取得较好成果的。

报告进一步分析到，虽然很多世界领先的学术研究机构 and 团队各自都已经拥有了明确的合作伙伴，但还是有很多优秀的研究机构和团队目前还没寻找到合适合作伙伴，即这种学术界和企业的合作机会还是很多的，企业应该看到并抓住这种机会。比如，来自韩国成均馆大学的 Nam-gyu Park 教授研究团队，加州大学洛杉矶分校的 Yang Yang 教授研究团队，以及以色列威兹曼科学院和新加坡南洋理工大学等都是非常出色的潜在合作对象。

报告最后指出，随着学术界和企业双方合作的加强和深入，阻碍钙钛矿电池商业化进程的问题会逐步得到解决，并预计钙钛矿太阳能电池有望于 2019-2021 年间实现商业化。

(郭楷模)

## 项目计划

### ARPA-E 资助 6000 万美元开展先进车辆技术和生物固碳研究

4 月 12 日，美国能源部先进能源研究计划署 (ARPA-E) 宣布将资助 6000 万美元设立两个新的主题研究计划，其一是针对未来交通模式的革命性变化，发展先进的车辆动力学和动力总成控制技术，通过互联和车辆自动化提高汽车能效，降低交通能耗与排放；其二是开发新的作物育种方法，提高植物根系活力、改良土壤环境，从而增强植物固碳能力和肥料利用率，减少二氧化碳和氮氧化物排放。两个主题研究计划的具体情况如下：

(1) 新一代互联自动汽车用能技术 (NEXTCAR)<sup>8</sup>：总额 3000 万美元，综合利用传感互联、信息通信、决策控制和自动化等技术与策略开发车辆互联和自动化控制技术，较传统汽车能耗降低 20%。NEXTCAR 计划要解决的具体应用挑战包括：

- **自适应协同巡航控制应用**：通过启用车辆间互联通信技术 (V2V)，实现对车况的实时监测和信息采集，使得路上车辆互相自动协调优化行驶状况，减少能源消耗。

- **速度协调应用**：采用车辆和基础设施之间互联通信技术 (V2I)，根据交通条件和周边道路的状况，确定各个车辆最优行驶速度，避免不必要的停止和启动，从

---

<sup>8</sup> NEXT-GENERATION ENERGY TECHNOLOGIES FOR CONNECTED AND AUTOMATED ON-ROAD VEHICLES (NEXTCAR). <https://arpa-e-foa.energy.gov/FileContent.aspx?FileID=29fe2acf-e9ea-4053-a3d3-8d01ef7d83fd>

而减少拥堵保障交通顺畅。

- **道路交叉口的智能停止和启动应用**：通过 V2I 技术收集相位和时间信号以及地理位置信息，并通过 V2V 技术收集周边车辆的数据信息，用于车辆纵向动力学控制系统自动以最节能的方式通过路口。

- **智能驾驶路线应用**：实时预测交通和环境数据，为车辆确定最佳行程方案（最短路径或最小行程时间），减少车辆能源消耗，实现节能和减少碳排放。

- **城市道路和高速公路定速巡航应用**：包含了车辆在城市道路和高速公路行驶时的一系列驾驶模式，能够在自动化车辆单独行驶和采用自动化互联技术的车流行驶环境中执行，实现自动安全驾驶。

**(2) 植物根际<sup>9</sup>优化提高固碳能力 (ROOTS)<sup>10</sup>**：总额 3000 万美元，寻求开发衡量根系与土壤功能的新技术以及先进预测模型，用以加速选择和发展具有优良根系与土壤适应能力的植物，提高其固碳能力、水分和肥料利用率。ROOTS 计划要解决的具体技术挑战包括：

- 通过设计和现场验证新的理想植物株型，提高高通量植物表型平台对植物的表型分析能力。

- 通过现场部署和示范植株品种筛选系统，为作物育种人员提供高通量、高分辨率的根际和土壤筛选技术。

（郭楷模 陈伟）

## 美两部门合作推动创新智能交通系统和替代燃料技术发展

4 月 13 日，美国能源部和交通部签署了部门间合作备忘录<sup>11</sup>，双方将联合开展创新智能交通系统和替代燃料技术的研究、开发、示范和应用。该项合作是交通部宣布的“智能城市挑战”计划的后续行动，交通部将遴选一个城市作为试点，提供 4000 万美元联邦资金和来自私营合作伙伴 Vulcan 公司的 1000 万美元，发展美国首个将自动驾驶汽车、互联车辆和智能传感器等创新技术集成到交通网络中的智能城市。能源部将提供在交通电气化、替代燃料车辆部署等方面的专业知识，以支持交通部的这一计划。双方合作的六项内容包括：

- 协调交通部“智能城市挑战”计划和能源部“智能交通联盟”的共同利益，确定相关合作机遇。

- 制定交通数据分析与管理计划。

---

<sup>9</sup> 根际是由植物根系与土壤微生物之间相互作用所形成的独特圈带。

<sup>10</sup> RHIZOSPHERE OBSERVATIONS OPTIMIZING TERRESTRIAL SEQUESTRATION (ROOTS). <https://arpa-e-foa.energy.gov/FileContent.aspx?FileID=7580a830-fc86-43e4-ae19-481a86969ec9>

<sup>11</sup> DOE and the Department of Transportation Announce Collaboration to Support Smart Transportation Systems and Alternative Fuel Technologies. <http://energy.gov/eere/articles/doe-and-department-transportation-announce-collaboration-support-smart-transportation>

- 调动能源部在交通电气化领域的丰富经验和专业知识，包括电动汽车基础设施建模与部署规划工具、车辆行驶方式电气化评估、有效教育和宣传引导、工作地点充电分析等。

- 调动交通部在互联车辆和自动驾驶汽车方面的丰富经验和专业知识，包括开展互联车辆试点项目等。

- 利用能源部清洁城市联盟网络的实践经验为“智能城市挑战”计划的地区资源集成、业务拓展、利益相关方参与方式等工作提供模板参考。

- 支持能源和交通技术专家在城市驻点，为未来交通相关问题提供专业知识支持，并为城市的创新和技术官员开展工作提供建议。

(陈伟)

## **NASA 资助 6700 万美元研发深空探索太阳能电力推进系统**

4月20日，美国国家航空航天局（NASA）宣布选择 Aerojet Rocketdyne 公司承担先进电力推进系统（AEPS）研发任务<sup>12</sup>，在未来三年资助 6700 万美元支持该公司设计和开发一套先进的电力推进系统，燃料效率高出化学推进系统 10 倍以上，推力是目前电力推进系统的 2 倍以上，能够用于 NASA 未来的深空探索任务，包括小行星重定向任务（ARM）和火星之旅等。

Aerojet Rocketdyne 公司将开发的完整系统包括霍尔推进器、电源处理单元（PPU）、低压氙气流控制器和电气线束等，并将以 NASA 开发和测试的推进器和 PPU 原型作为参考设计。该公司将建造、测试和交付一套工程开发单元，供 NASA 进行测试和评估，为制造后续的飞行单元做准备。如果履行项目的选择期（option period），该公司还将开发、验证和交付四套完整的飞行单元。NASA 格林研究中心的工程师团队将领导开展相关工作，喷气推进实验室（JPL）也将提供相关技术支持。AEPS 任务属于 NASA 太阳能电力推进系统（SEP）项目的一部分，与目前正在开发的太阳能阵列系统形成互补，NASA 期望未来能够由太阳能阵列系统将太阳能转换为电能，作为 AEPS 的电力来源，从而实现利用太阳能电力推进系统完成深空探索任务。

(陈伟)

---

<sup>12</sup> NASA Works to Improve Solar Electric Propulsion for Deep Space Exploration.  
<http://www.nasa.gov/press-release/nasa-works-to-improve-solar-electric-propulsion-for-deep-space-exploration>

### 全球首个 20 kW 电动汽车无线充电系统研发成功

美国橡树岭国家实验室联合丰田汽车公司、思科公司、Evatran 公司和克莱姆森大学成功研发了全球首个 20 kW 电动汽车无线充电系统<sup>13</sup>，其充电效率达到 95%，充电速度是目前电动汽车采用的传统有线充电系统的三倍。该项研究工作将为电动汽车消费者提供自主便利、安全、高效的无线充电方式，有望推动电动汽车真正成为主流。该无线充电系统架构包括逆变器、隔离变压器、车载电子器件以及耦合技术，核心特征是便利和简化，重点放在通过软件控制算法增强的功率调节反馈信道中的无线通信上，长期目标是车辆互联、无线通信和移动充电。研究人员在配备有 10 kWh 电池的丰田 RAV4 电动汽车中集成了单逆变器，成功进行了无线充电系统演示。在安全性方面，由于该无线充电系统采用的高频气隙磁场是聚焦且屏蔽的，意味着磁场边缘效应将迅速衰减至国际标准限制水平以下，因此能够保障人员安全。目前该充电系统还处于原型机阶段，距离真正商业应用还有一段距离。研究人员下一步将致力于开发 50 kW 无线充电系统，达到与目前市售有线快速充电器相同的功率，从而提供更加便利的无线充电方式，进一步推动电动汽车广泛发展。而更高功率的无线充电系统也能促进大型车辆如卡车和公共汽车电动化的发展。（郭楷模）

### 钙钛矿/晶硅叠层太阳电池转换效率达到 25.5%

香港理工大学徐星全教授率领的联合研究团队成功研发了全球最高转换效率的钙钛矿/晶硅叠层太阳电池<sup>14</sup>，其转换效率达到 25.5%。研究人员创造这一新纪录主要基于三方面的技术创新：一是在干燥的氧氛围环境中对钙钛矿薄膜进行低温退火处理，抑制其缺陷的生成；二是制备了三氧化钼/金/三氧化钼的叠层薄膜电极，并优化了各薄膜厚度，使得叠层薄膜电极拥有较高的透明性，让更多长波段光谱能够穿透到底层的晶硅电池被吸收利用；三是制备了仿生玫瑰花瓣捕光薄膜用于顶电池提高其光捕获性能。研究人员下一步将继续提升该叠层电池的转换效率，并研发大面积钙钛矿/晶硅叠层太阳电池，推动该项研究成果的市场化。（郭楷模）

### 日科学家刷新大面积钙钛矿太阳电池转换效率纪录

目前高效率钙钛矿太阳电池都局限于小面积（0.1 cm<sup>2</sup> 左右），导致其测量结果存在较大误差，且不适于商业化生产。日本国立材料研究所（NIMS）韩礼元课题组

<sup>13</sup> ORNL surges forward with 20-kilowatt wireless charging for vehicles.

<https://www.ornl.gov/news/ornl-surges-forward-20-kilowatt-wireless-charging-vehicles>

<sup>14</sup> PolyU Develops Perovskite-Silicon Tandem Solar Cells with the World's Highest Power Conversion Efficiency. [http://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media\\_releases/index\\_id\\_6208.html](http://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media_releases/index_id_6208.html)

制备出了全球首个转换效率超过 18% (18.2%) 的大面积 (1 cm<sup>2</sup>) 钙钛矿太阳能电池模块, 该结果得到国际权威太阳能电池认证机构日本产业技术综合研究所 (AIST) 的认证<sup>15</sup>, 刷新了该课题组去年创造的世界纪录<sup>16</sup>。研究人员通过优化钙钛矿吸光材料中两种阳离子的混合比例, 且将部分的碘原子用溴原子替换, 成功抑制了薄膜的缺陷, 获得了高质量的大晶粒钙钛矿薄膜, 提高了其吸光能力以及电子和空穴有效分离效率, 将电池短路电流密度提高到了 21 mA cm<sup>-2</sup> 以上。研究人员还对钙钛矿层、电子传输层、空穴传输层等材料和膜厚做了进一步的优化工作, 降低了电池的内阻, 提高了电池的填充因子(提高 2 成左右)。研究人员下一步将致力开发更高性能材料、以及各层膜厚优化, 力争在 2016 年内将转换效率提高到 20%。 (郭楷模)

## 研究人员开发循环寿命超过 20 万次的超级电容器

美国加利福尼亚大学尔湾分校 Reginald Penner 教授研究团队开发了一种全新的超级电容器, 呈现出前所未有的超长稳定的循环寿命, 经过 20 万次的充放电循环, 库伦效率仍然维持在 94% 以上。研究人员利用平板印刷模板电沉积方法制备了三个全新 Au@ $\delta$ -MnO<sub>2</sub> 核壳结构纳米线电极, 三个电极具备了不同的  $\delta$ -MnO<sub>2</sub> 壳层厚度(厚度分别为 143, 222 和 300 nm)。研究人员将这些电极用于组装成三个对称型超级电容器, 并添加一定量的聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 形成凝胶电解质。通过循环伏安测试发现, 采用凝胶电解质的三个电容器的循环寿命稳定性大幅提高, 从几千次上升到了数十万次, 特别是  $\delta$ -MnO<sub>2</sub> 壳层厚度为 143nm 电容器的循环寿命高达 20 万次, 库伦效率仍然维持在 94% 到 96% 之间。通过 SEM 测试发现, 电容器性能的改善主要是得益于引入凝胶电解质, 改善了纳米线电极的机械柔韧性, 克服了其易于脆裂的缺点。该项研究创造性制备出了核壳结构纳米线电极, 同时利用凝胶电解质克服纳米电极的易脆裂缺点, 首次获得了超长循环寿命的高性能超级电容器, 为超级电容器的未来发展开辟了一条新的道路。相关研究成果发表在《*ACS Energy Letters*》<sup>17</sup>。 (郭楷模)

## MIT 科学家设计间接碳燃料电池复合系统

麻省理工学院 Ahmed Ghoniem 教授研究团队设计了一种集成煤气化和固体氧化物燃料电池 (SOFC) 技术的间接碳燃料电池 (ICFC) 复合系统, 并利用均衡气化和 1D MEA 耦合的仿真模型模拟研究了 ICFC 系统在水蒸气或 CO<sub>2</sub> 循环条件下运行的理论性能。模拟研究结果表明, ICFC 系统中的燃料电池在使用水蒸气循环的条

<sup>15</sup> ペロブスカイト太陽電池で変換効率 18%超を達成. [http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100544.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100544.html)

<sup>16</sup> 参见本刊 2015 年第 22 期报道。

<sup>17</sup> Mya Le Thai, Girja Thesma Chandran, Rajen K Dutta, et al. 100k Cycles and Beyond: Extraordinary Cycle Stability for MnO<sub>2</sub> Nanowires Imparted by a Gel Electrolyte. *ACS Energy Letters*, 2016, 1: 57–63.

件下，功率密度高于  $1.0 \text{ W cm}^{-2}$ ；而在  $\text{CO}_2$  循环的条件下，功率密度只在  $0.2\text{-}0.4 \text{ W cm}^{-2}$  之间。即 ICFC 系统在水蒸气循环条件下性能要优于  $\text{CO}_2$  循环，这主要是归因于  $\text{H}_2$  的电氧化动力学速度快于  $\text{CO}$ 。由于避免了气化过程高温所造成的燃烧损失，ICFC 系统比独立的煤气化+燃料电池系统表现出更高的电流密度和效率。ICFC 系统的预期效率为  $55\%\sim 60\%$ ，是目前传统燃煤电厂发电效率的两倍，这意味着在相同发电量的条件下，ICFC 系统  $\text{CO}_2$  的排放量能够减少一半。因此 ICFC 与其它先进的发电技术相比，也具有很强的竞争力。该项研究理论模拟了一个有潜力的高效、洁净煤炭发电技术，有望促进清洁能源技术的发展。研究人员下一步将从理论模拟转向实验验证，即建设一个小型中试规模的电厂以测试 ICFC 系统在真实情况下的运行效果，推进技术的实用化进程。相关研究成果发表在《*Journal of Power Sources*》<sup>18</sup>。

(郭楷模)

## 新研究显示煤炭有望用于开发碳纳米光电材料

碳基材料（如碳黑、石墨和石墨烯等）具有可调的导电性、良好的机械柔韧性和热稳定性，广泛地应用于光电子领域。而煤炭作为天然碳基材料，几乎没有对其光电特性开展研究。麻省理工学院 Jeffrey Grossman 教授研究团队利用球磨法将煤炭块体粉碎成纳米颗粒，进而将其溶解在液体中形成悬浊液，利用旋涂法将其沉积在基底上形成煤炭纳米薄膜。扫描电镜表征结果表明，通过球磨粉碎后，煤炭块体转变为纳米颗粒直径小于  $100\text{nm}$ ，相应煤炭薄膜厚度约  $100\text{nm}$ ；拉曼光谱测试结果表明，球磨和离心处理不会改变煤炭的碳键组成，即不会改变材料的化学组成。变温电流电压测试表明，该煤炭纳米薄膜具备良好的导电性，经过高温（ $950^\circ\text{C}$ ）加热处理后，发现该薄膜的导电性大幅提高，上升了 7 个数量级，即导电性可调。不仅如此，通过吸收光谱测试，研究人员还发现该薄膜的吸收截止点可以从 0 到  $1.8\text{eV}$  变化，即带隙结构也可调。综上所述可以看出，煤炭纳米薄膜电子特性和无定形碳、石墨烯类似。研究人员利用该薄膜组装了一个焦耳热器件，具备非常优异的热稳定性，该器件可以用于车窗和飞机机翼的除霜，或者生物医学植入体等。该项研究系统地研究了煤炭一类的碳基材料的光电和热学性能，揭露该类材料具备了优异的、可调和的光电性能，挖掘了煤炭材料的潜在应用潜力，有望带来直接从天然煤炭中开发碳纳米材料的重大进展。相关研究成果发表在《*Nano Letters*》<sup>19</sup>。

(郭楷模)

<sup>18</sup> Katherine M. Ong, Ahmed F. Ghoniem. Modeling of indirect carbon fuel cell systems with steam and dry gasification. *Journal of Power Sources*, 2016, 313: 51-64.

<sup>19</sup> Brent D. Keller, Nicola Ferralis, Jeffrey C. Grossman. Rethinking Coal: Thin Films of Solution Processed Natural Carbon Nanoparticles for Electronic Devices. *Nano Letters*, Published online March 31 2016, DOI: 10.1021/acs.nanolett.5b04735.

## 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