

科学研究动态监测快报

先进能源科技专辑

(领导参阅)

2013 年 11 月 1 日

第 21 期(总第 203 期)

决策参考

- 世界能源理事会《世界能源展望：能源技术成本》报告对传统能源和非传统能源发电成本作了全面的比较研究：这项研究评估了从前端到终端的投资成本、运行开支、容量因素和平准化发电成本（LCOE），其结果不代表电力供应的全成本，例如并网、可再生能源负载平衡成本和后备发电容量等。从 LCOE 来看，越成熟的清洁能源技术如水电和陆上风电在选址合理的情况下更接近于传统发电平价，而刚刚兴起的技术如潮汐能和波浪能则仍处于成本发现的早期阶段。一些在全球范围内广泛应用的技术如陆上风电、晶硅光伏发电和水电，其成本存在明显的地区差异。由于部件和运维成本较高，西欧、美国，特别是日本的 LCOE 数倍于中国和印度。参见：
http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/WEC_J1143_CostofTECHNOLOGIES_021013_WEB_Final.pdf
- 国际能源署（IEA）《能源效率市场报告》指出，2011 年全球在能源效率市场的投资高达 3000 亿美元，和全球在可再生能源发电或化石燃料发电方面的投资基本接近：从 2005 年到 2010 年，11 个 IEA 成员国通过能效措施节省的能源相当于 4200 亿美元价值的石油；如果不是在过去几年实施能源效率措施，那么这 11 个 IEA 成员国将要比目前实际消费能源多出三分之二，这些国家在 2010 年通过能源效率措施节省的能源超过任何其他单一燃料的效果，节省了 15 亿吨油当量的能源。该报告指出近期推动能源效率市场增长的两个关键因素：有效的政策和能源高价格。能源标准、能效标识、评估和融资以及供应商责任等至关重要，而且高油价也发挥了作用。不过，由于缺乏动态的能源市场定价以及补贴、高交易成本、信息失灵以及体制能力的缺乏等因素也会影响效率的提高。高效节能产品和 ICT 设备是能源效率的增长领域。有针对性的能源效率政策将继续在发展和开启能源效率服务和产品市场方面发挥关键作用。摘要参见：
<http://www.iea.org/Textbase/npsum/EEMR2013SUM.pdf>
- 国际能源署（IEA）《风能技术路线图 2013》指出，风力发电占到全世界发电总量的比例将从目前的 2.6% 上升到 2050 年的 18%：相应的装机量将较当前的近 300 GW 增长 8-10 倍，以实现路线图的远景目标，同时年投资额将达到 1500 亿

美元。路线图预测，中国将在 2020 年或 2025 年超过经合组织欧洲国家成为最大的风电生产国，美国位列第三。到 2050 年风电部署将年均减排 48 亿吨 CO₂，相当于目前欧盟的年度排放量还多，中国的贡献额最大。路线图中列出了为实现到 2050 年陆上风电成本降低 25%、海上风电成本降低 45% 的目标，政府部门、工业界、研究机构等需要开展的工作。参见：http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Wind_2013_Roadmap.pdf

- **美国能源部《美国近海风电市场及经济学分析》**报告指出，2012 年美国近海风电系统市场快速发展：联邦风能区的 2 个商业租赁项目已完工，11 个海上风电商业项目已进入开发后期阶段，总装机容量达到 3824 MW。美国规划项目的风力涡轮机平均规模介于 4 至 5 MW。开发人员继续测试各种平台和基座类型，以适应更严苛的作业环境。美国近海风电开发商所面临的主要挑战来自于其成本竞争力、基础设施匮乏以及不确定的、漫长的监管过程。2013 年，传输基础设施项目取得进展，如亚特兰大风力互联项目、新泽西能源链接项目。全球发展态势表现为两点：一是在更深水域建造海上风力涡轮机，二是风力涡轮机尺寸和轮毂高度均增长，使效率（容量因子）提高。参见：http://www1.eere.energy.gov/wind/pdfs/offshore_wind_market_and_economic_analysis_10_2013.pdf
- **兰德公司以风能、太阳能创新产出的学术期刊论文为研究对象。预测气候政策对创新的影响，从而了解政策对能源利用和经济的影响：**数以万计的文章都使用了贝叶斯逻辑分类方法来计量。报告第一部分发现，太阳能和风能的创新增加与美国研究及可再生能源生产补贴有关。生产补贴主要是可再生能源的生产税收减免（PTC）和投资税收减免（ITC），其对创新的影响之前还没有定量研究过。第二部分指出，从研究补助角度来看对风能和太阳能专利的影响，二者结果具有一定的相似性，但从税收减免角度很难衡量其影响。第三部分将单晶硅和薄膜太阳能电池板作为太阳能研究的主要类型。总之，报告使用了新的方法计算文献的时间序列，利用新的数据描述太阳能和风能创新，并考虑了未来气候政策模型纳入对创新影响的参数，以及证明了美国政策对太阳能和风能研究的直接和间接促进作用。参见：http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/rgs_dissertations/RGSD300/RGSD313/RAND_RGSD313.pdf

项目计划

- **美国能源部先进能源研究计划署（ARPA-E）**投资 2700 万美元资助 14 个遴选的下一代电力转换设备研发项目，旨在寻求提高电力电子器件效率并降低成本的**创新性方法**：这些项目主要是开发适用于广泛电力电子器件应用的新型宽禁带半导体材料、器件结构和加工工艺，以增加能量密度和开关频率、增强温控能力、减少电力损耗。参见：<http://arpa-e.energy.gov/?q=arpa-e-news-item/us-energy-department%E2%80%99s-arpa-e-announces-27-million-transformational-grid>
- **美国能源部拨款 6000 万美元资助创新性太阳能研发，以降低太阳能发电成本和先进无缝并网：**（1）超过 1200 万美元将支持 17 家企业开展技术与服务的商业化，包括降低软件成本（许可、安装与互联）和硬件成本（提高性能和效率）。（2）1600 万美元资助 4 个项目，开发可将单结太阳能电池提高至接近理论效率极

限值（约 30%）的技术。（3）约 700 万美元资助开发小型逆变器和变压器。（4）约 800 万美元支持大规模太阳能发电预测与大规模可再生能源发电并网。（5）约 1500 万美元开发电力工程课程并组建 4 个地区培训体系，培养下一代电力工程师、系统操作员和专业人员。（6）约 100 万美元资助特拉华州立大学与德克萨斯大学圣安东尼奥分校，用于太阳能研究与少数族裔教育。参见：<http://energy.gov/articles/energy-department-announces-60-million-drive-affordable-efficient-solar-power>

- **美国能源部（DOE）实施热电联产（CHP）技术援助合作计划，以帮助加强美国制造业的竞争力，降低能源消耗和减少有害气体的排放：**合作计划将为 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。DOE 支持示范项目，以测试这些系统对工厂运营的影响和能源消费情况，并确定融资和维护的最佳实践，同时还支持更清洁、更高效并可以使用多种燃料的 CHP 技术。奥巴马于 2012 年制定了到 2020 年 CHP 容量达到 40 GW 的目标，这将帮助美国制造商和企业在未来十年节省高达 1000 亿美元的能源成本，减少相当于 2500 万辆汽车的排放量。参见：<http://energy.gov/articles/fact-sheet-energy-department-actions-deploy-combined-heat-and-power-boost-industrial>
- **美国空气产品公司将开展一项利用地下的二氧化碳气源来提取氦气的项目：**预计在 2015 年春天开始氦气生产。项目将采用一种新的专利技术工艺，从纯二氧化碳流中提取纯氦气，再将二氧化碳流用于提高石油采收率。纯化氦气经过现场液化后再输送给空气产品公司的消费者。工厂一旦投产，它将成为世界上唯一利用二氧化碳气流提取氦气的工厂。工厂预计每年的产量高达 2.3 亿标准立方英尺。参见：<http://www.airproducts.com/company/news-center/2013/10/1028-air-products-thinks-outside-the-box-in-obtaining-new-helium-source.aspx>

能源装备

- **阿尔斯通推出先进超超临界 660 MW 循环流化床锅炉：**相比于同等规模传统 CFB 电站能够减少 6% 的燃料消耗和 CO₂ 足迹，同时确保燃料灵活性和可靠性。相比于基于亚临界蒸汽压力和较低蒸汽温度的传统技术，使用超超临界锅炉的电站整体净效率要高出 3 个百分点。参见：<http://www.alstom.com/press-centre/2013/10/alstom-introduces-advanced-circulating-fluidised-bed-boiler/>

表 1 阿尔斯通 660 MW 超超临界 CFB 技术参数

性能	1820 t/h 270 bar 600°C / 620°C MS / HR
锅炉效率	> 90%
燃料用量	605 t/h
石灰石用量	75 t/h
脱硫率	> 95%
控制点	60%最大固定负载状态
NO _x 排放	150 mg/Nm ³ @ 6% O ₂ dry gas

科研前沿

- **新加坡南洋理工大学和瑞士洛桑联邦理工学院的联合研究小组首次揭示钙钛矿敏化太阳电池高效缘于均衡长程电子-空穴扩散长度：**低温可溶液加工的光伏电池受制于较短的激子或电子-空穴扩散长度（通常约 10 nm）而效率较低。近来报道了以钙钛矿相有机无机混合结晶材料 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 为基础制造的太阳电池实现了 15% 的高效率。研究人员利用飞秒级瞬态吸收光谱仪，测量钙钛矿相材料与选择性电子或空穴提取材料的双层界面，发现在可溶液加工的 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 中具有均衡的长程电子-空穴扩散长度，至少为 100 nm。钙钛矿基太阳电池的高光电转换效率正是由于相当的光学吸收长度和载流子扩散长度，才突破了可溶液加工的半导体材料的传统束缚。参见 10 月 18 日《Science》（题：Long-Range Balanced Electron- and Hole-Transport Lengths in Organic-Inorganic $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ）
- **瑞士苏黎世联邦理工学院和 PSI 研究所的一个联合研究小组利用 X 射线断层摄影术得到的高分辨率三维影像，首次量化分析了锂离子电池电极充放电过程扩大和收缩产生的电化学和机械降解对于电池寿命的影响：**数据显示，充电过程不可逆地破坏了氧化锡颗粒结构，在颗粒内部形成了裂缝。裂缝的生成并不是随机的，而是位于晶格预先就存在的缺陷处。充电时单个颗粒的体积变化使得整个电极从 50 μm 扩大到 120 μm ，而放电时电极仅收缩到 80 μm 。电极的永久降解证实了聚合物粘接剂还没有针对高容量扩张材料进行优化，而这对于电池性能至关重要。此外，研究人员还利用 X 射线断层摄影术获得了定量化和空间分辨的化学信息，分析电极化学组成以从单个颗粒层面探寻锂化动力学的差异，并将之与平均颗粒行为对比，这对于理解颗粒尺寸、形状和电极一致性对于电池性能的影响至关重要。研究人员指出，利用非晶或纳米结构材料要比结晶材料效益更佳。参见 10 月 17 日《Science》在线版（题：Visualization and quantification of electrochemical and mechanical degradation in Lithium ion batteries）
- **范德堡大学材料学家发现，涂覆石墨烯的多孔硅可提高超级电容器性能：**研究人员一直专注于碳基纳米材料（如石墨烯和碳纳米管）的研究，来提高超级电容器的能量密度。因为这些设备在电极表面储存电荷，增加能量密度的方式是增加电极的表面积，而这种做法在材料的组合方面面临着巨大的挑战。范德堡大学材料学家采取一种完全不同的方法：通过电化学蚀刻表面处理的硅晶片制成的可控的纳米结构多孔硅。这样可以为超级电容及电极创造最佳的纳米结构的表面，但是有个重大的问题，硅通常被认为不适合在超级电容器中使用，因为它很容易与电解液（提供存储电荷的离子）的一些化学物质发生反应。研究人员尝试在多孔硅的表面涂覆石墨烯，经过测试发现，硅表面化学性质稳定。当被用于超级电容器时，石墨烯涂层能够将能量密度提高两个数量级，而且明显优于商业化的超级电容器。参见 Nature 旗下开放期刊《Scientific Reports》（题：Surface engineered porous silicon for stable, high performance electrochemical supercapacitors）
- **瑞士苏黎世联邦理工学院领导的国际研究团队开发了利用超冷原子的热电材料模拟器：**热电效应（如通过温差产生粒子流）的起源是热量和粒子流之间可逆的结合。这些效应是材料用于制冷和发电应用的根本。研究人员展示了在弹道和扩散条件下费米冷原子通道中的热电效应。研究结果表明，通过控制几何形

态或紊乱强度可以大幅优化能源转换的效果和效率。研究人员提供一种可控的模型系统，可用来探索能量转换的机制和实现基于冷原子的热机。基于这些新的发现，可以通过可控的方式来研究相关热电基础过程。这可能有助于未来热电材料的模拟与设计，尤其是仍然缺乏理论解释的天然材料的试验。参见 10 月 24 日《Science》在线版（题：A Thermoelectric Heat Engine with Ultracold Atoms）

能源资源

- **科学家认为美国页岩油气资源可持续发展问题值得商榷：**根据 10 月底美国地质学会上多位科学家的陈述，美国页岩气经过 10 多年的生产，不能认为是商业可行的。这些学者认为，尽管使用水力压裂和水平钻井开采致密油为美国能源供应做出了重要贡献，但它不会导致长期的可持续生产或让美国成为石油净出口国。致密油是美国能源供应的重要部分，但是否可以长期可持续发展值得商榷，它不应该被视为是未来美国能源安全规划中的灵丹妙药。参见：
<http://www.geosociety.org/news/pr/13-73.htm>
- **法国宣布维持水力压裂法禁令：**出于安全考虑，法国议会于 2011 年在萨科齐政府执政期间就颁布了有关禁止使用水力压裂技术勘探和开采页岩气的法律禁令。根据这一决定，法国多个页岩气开采的许可被废止。法国宪法委员会在公报中指出，为了保护生态环境，决定维持这一禁令，驳回美国企业 Schuepbach 能源公司针对禁令提出的申诉。目前在欧洲，法国和保加利亚已法律禁止开采页岩气；英国、德国对此持保留态度，还在研究其对环境的影响；爱尔兰、荷兰、奥地利、波兰、匈牙利、西班牙对页岩气的开采持开放态度。参见：
<http://www.france24.com/en/20131011-france-highest-legal-body-approves-ban-shale-gas-fracking>