

科学研究动态监测快报

先进能源科技专辑

(领导参阅)

2013 年 1 月 1 日

第 1 期 (总第 183 期)

决策参考

- **2012 年度国际能源科技发展态势综述：**世界能源结构正在转向绿色低碳高效多元的新能源体系，使得转型过程中所面临的化石能源清洁高效利用、新能源低成本高效开发、基础设施升级改造等科技问题得以凸显。研究发展新能源和低碳技术，实施科技创新是保障能源安全、改善能源结构、实现节能减排和保护环境的重要手段。2012 年太阳能、风能、核能、化石能源洁净利用等领域科技发展进步显著，本刊对过去一年的重要动向总结如下：**太阳能**的研究热点和趋势集中在：（1）开发高质量低维纳米光伏材料和优化器件结构设计，实现太阳光谱全谱高效吸收，提高转换效率；（2）提高有机太阳电池的效率和稳定性，设计和合成宽吸收和高迁移率有机光伏材料；（3）自然界光合作用 **PSII** 系统反应机理研究，廉价高效光催化剂开发，广谱范围吸光电极开发。**风能**集中在更大单机功率的海上风力涡轮机的研发，重点是轻型高强度、高疲劳寿命叶片材料和风机支撑结构，浮体式系统是较热门的研究方向，创新结构的风力涡轮机设计也受到重视。**核能**安全性研究成为全球核能业界的重点，集中在提高核反应堆严重事故防御能力和固有安全性能方面，同时以小型模块式反应堆为代表的先进核能技术也受到了重视。**燃料电池**的研究热点集中在：（1）高效固体氧化物燃料电池（**SOFC**）联合循环发电系统开发；（2）开发低成本小型 **SOFC** 高活性电极材料；（3）揭示高效非贵金属催化剂反应机制，开发碳纳米管和石墨烯等有机催化剂材料。**化石能源**的关注重点是洁净煤能源利用与转换、天然气分布式能源系统、动力装备（高参数燃气轮机及联合循环发电系统）、页岩气为代表的非常规油气勘探开发，碳捕集与封存技术是化石能源减排新的发展方向。能源基础设施升级改造的重点集中在智能电网建设和储能设施发展。**智能电网**涉及到的关键技术包括：系统广域监测和控制、信息和通信技术融合、可再生能源和分布式发电的整合、输电增强应用、配电管理/自动化、先进计量基础设施、电动汽车充电基础设施、客户端系统。**储能**要解决的关键问题在于增强和提高储能器件的能量密度、功率密度、响应时间、储能效率、循环性能、经济性、可靠性等，目前的研究热点和趋势在于：（1）大容量锂离子电池电极材料设计开发；（2）利用传感等实时监测和先进电源管理技术解决锂电池安全性问题；（3）深入认识锂空电池充放电化学反应过程，开发性质稳定的电解质，

优化设计电极结构，实现实用化；（4）超级电容器复合电极材料开发。（详细综述特稿参见快报全本）

- 《Nature》评论文章讨论 2012 年核能、非常规天然气发展形势及一些清洁能源行业面临的问题：日本福岛核事故在 2012 年继续对能源政策产生着影响。日本 2012 年 9 月公布的《能源环境创新战略》中提出了到 2030 年代实现无核化的目标。欧盟对其成员国 140 多座反应堆的压力测试结果是广泛采取安全性升级措施。一些国家积极开发非常规油气资源，美国 10% 的发电装机容量已从煤炭转移到天然气，但新资源的开发也存在环境隐忧。如电动汽车等新的清洁能源行业自身也面临着不成熟的问题。参见：12 月 20 日《Nature》（题：366 days: 2012 in review）
- 国际能源署（IEA）《中期煤炭市场报告》指出，煤炭在全球能源结构中的份额将持续增长，到 2017 年左右几乎将超过石油成为全球最主要的能源来源：报告主要结论包括：除美国外，煤炭需求的增长随处可见；虽然煤炭需求增长正在放缓，但是煤炭在全球能源结构中所占份额仍在增加；中国已经成为世界上最大的煤炭进口国；印尼已成为世界上最大的煤炭出口国；欧洲的煤炭复兴只是暂时的；受廉价天然气的影响，美国煤炭走下坡路；印度对煤炭市场的影响力增强；澳大利亚将恢复其作为最大煤炭出口国的地位；已有足够的处于规划和进展阶段的投资计划来确保供应，但不确定因素将会影响其中一些计划的实施。参见：<http://www.iea.org/newsroomandevents/news/2012/december/name,34467,en.html>
- 欧洲网络和信息安全机构《智能电网适度安全措施实施的引导方针》报告提出，欧盟智能电网运营商和能源供应商需要共同的网络安全措施来帮助他们防范攻击：报告中从 10 个方面提出了 39 条适当的措施以帮助智能电网供应商来阻止任何潜在的威胁，这 10 个方面包括：安全管理与风险管理；第三方管理；智能电网组件的安全生命周期程序和运用程序；员工安全、意识和培训；事故响应及信息知识共享；审计和问责制；运营能力的扩展；物理安全性；信息系统安全性；网络安全。参见：http://www.enisa.europa.eu/activities/Resilience-and-CIIP/critical-infrastructure-and-services/smart-grids-and-smart-metering/appropriate-security-measures-for-smart-grids/at_download/fullReport
- 美国能源部国家可再生能源实验室报告指出，聚光太阳能热发电（CSP）增加蓄热能力将会给优化电力结构带来巨大效益：在可再生能源占比较高（34%）的情景中，具有 6 小时蓄热能力的 CSP 能够降低夜晚高峰净负荷，相比于光伏发电，可为电力公司增加每兆瓦时 35.8 美元的容量值和业务价值，相比于无蓄热能力的 CSP 价值要更高。研究人员利用传统电力公司规划工具生产成本模型来单独评价带有蓄热和不带蓄热的 CSP 发电的业务价值和容量值。相比于其他可再生能源技术，在高占比情景下，带有蓄热能力的 CSP 可作为调度型电源替代天然气发电，并且可在夜晚用电高峰期降低峰值净负荷，避免建设新的后备电源。参见：<http://www.nrel.gov/docs/fy13osti/56731.pdf>
- 安永公司国家可再生能源投资吸引力报告总结中国光伏市场变化特点：太阳能产业发展重点从制造转向开发，中国正在试图通过加大国内需求来应对产能的过剩和价格的持续走低；政府支持方向可能将从太阳能电池板制造商转向开发商；分布式太阳能光伏发展势头强劲，政府和电网公司给予政策和并网支持；

贸易战争依旧继续，中国开始针对欧盟和美国的双反调查发起反击。参见：[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/CAI_issue-35_Nov-2012/\\$FILE/CAI_issue-35_Nov-2012_DE0372.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/CAI_issue-35_Nov-2012/$FILE/CAI_issue-35_Nov-2012_DE0372.pdf)

项目计划

- **欧盟委员会投资 12 亿欧元推动 23 项创新可再生能源项目：**涉及生物质能（包括先进生物燃料）、聚光太阳能热发电、地热发电、风能、海洋能和分布式可再生能源管理（智能电网）等。这些项目能够使欧洲年度可再生能源发电量提高 10 TWh，旨在成功展示欧洲规模化利用可再生能源的示范技术。这项投资计划不包括碳捕集与封存（CCS）项目，将在第二轮项目中分配。参见：http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-1385_en.htm
- **美国能源部化石能源局投资 2800 万美元用于 15 个研究项目，旨在解决从页岩和致密砂层中开采天然气同时减少环境影响和风险的技术挑战：**这些项目将在两年内共投资 3660 万美元，其余 860 万来自研究伙伴。计划将解决以下四大问题：（1）减少环境影响；（2）提高水处理方法；（3）加强页岩鉴定；（4）加深对水力压裂过程的认识。项目内容涉及清洁压裂回流水的创新性技术测试，水泥作业的改进，以及加强对地下水处理和诱发地震活动间关系的认识等。参见：http://www.fossil.energy.gov/news/techlines/2012/12058-DOE_Selects_RPSEA_Projects.html
- **美国能源部投资 2000 万美元支持聚光型太阳能热发电（CSP）和化石燃料混合发电系统：**集成系统利用化石燃料发电厂的基础设施（如透平和输电系统），以减少 CSP 的成本，同时使 CSP 系统更快并入电网。这项新投资的目的是努力克服 CSP 混合系统实现中存在的短期市场和技术障碍。另外，CSP 集成技术将帮助降低独立 CSP 项目的成本，同时激励 CSP 供应链更大范围的创新。这笔拨款将用于 2~4 个项目，在 2~4 年的执行期内，选中的项目必须通过评审以从设计阶段过渡到施工和评估阶段。项目承担方也需要承担项目总成本的 75%。参见：http://apps1.eere.energy.gov/news/progress_alerts.cfm/pa_id=818
- **波音公司研发混合动力飞机：**波音公司下属研究与技术部设计出一款混合动力飞机——SUGAR Volt，同时使用喷气燃料和电池的混合动力推动系统，它拥有更大的翼展和开式转子发动机。在机场将电池充满，然后在飞行中利用。为了实现部分航班的低排放或零排放，用电力作为补充或替代动力。双涡轮发动机将由传统的喷气燃料驱动，到达巡航高度以后，系统将切换到电力。另外，SUGAR Volt 的长机翼也使得它能承受更大的升力，着落时机翼能折叠以便和机场空间相适应。项目研究组还在进行更大规模的设计，包括混合电池天然气涡轮驱动，燃料电池，混合燃料电池天然气推进系统，低温燃料、低温冷却发动机和相关技术，新型电池和开式转子/涡轮螺旋桨发动机技术等。参见：<http://phys.org/news/2012-12-sugar-volt-boeing-vision-hybrid.html>

能源装备

- 丹麦 DONG 能源公司和风力发电机制造商 Vestas 公司联合开展 8 MW 风力发电机测试工作：V164-8.0MW 风力发电机由 Vestas 公司研制，直径 164 m 的风轮机扫掠面积达到 21000 m² 以上，相当于 3 个足球场的大小，从而提高了效率，降低了运营和维护成本。设计理念是：（1）质量更加过硬，维修少；（2）当发电机需要维修时，可以做到安全、快速和有效。V164-8.0MW 型风力发电机的优势不仅仅在于大直径和高效率，而且它还通过优化发电机转子减少投资的规模与风险，使用寿命达到 25 年以上，高于行业标准。参见：<http://www.vestas.com/en/wind-power-plants/procurement/turbine-overview/v164-8.0-mw-offshore.aspx#/vestas-univers>

科研前沿

- 麻省理工学院《科技创业》杂志评述 2012 年度能源创新进展：页岩气革命的爆发使得可再生能源的进展相形见绌，并且在接下来数年时间可再生能源的影响也很难与页岩气相比。页岩气对可再生能源带来的负面影响体现在：由于廉价天然气的充足供应，曾致力于开发生物燃料等技术的一些公司转向开发天然气制燃料技术；并且天然气的成本优势也使得可再生能源更难与之竞争。太阳能、电动汽车等遭受了挫折：许多光伏企业破产，电动汽车销量不及预期，曾经风光的电池制造商 A123 公司也申请破产将遭收购。但好消息是：混合动力汽车技术取得较大进展，现已有利可图；传统内燃机技术有了较大改进，相比于电动汽车将对未来十年的化石燃料消费产生更大影响；有更多的新兴光伏企业投身于技术创新。但技术发展的步伐仍显较慢，如可再生能源间歇性问题尚有待解决，诸多新技术的商业化前景和现实成本有待验证。参见：<http://www.technologyreview.com/news/508951/what-mattered-in-energy-innovation-this-year/>
- 斯坦福大学研究人员研发世界首块可粘贴式太阳能电池：与普通的太阳能电池相比，这种电池不需要做任何承载衬底的加工，这一技术扩展了太阳能技术潜在的应用领域。新型电池的核心是硅/二氧化硅层和金属层的排列方式。首先把厚约 300 nm 的镍薄膜沉积到硅/二氧化硅晶片上，然后利用标准的制造技术在镍层表面沉积薄膜太阳能电池单元，随后覆盖一层聚合物保护膜，最后在电池板上部贴上一层散热薄片。试验表明，这种粘贴过程可以可靠地保留太阳能电池的功能和完整性，而且不会造成能源浪费。硅晶片从太阳能电池中取出后完好无损，可以重复利用。参见 12 月 20 日《Scientific Reports》（题：Peel-and-Stick: Fabricating Thin Film Solar Cell on Universal Substrates）
- 麻省理工学院研究人员研发石墨烯基纳米线柔性轻薄太阳能电池：在石墨烯表面覆盖一层氧化锌纳米线，然后覆盖一层光感材料（铅硫化物量子点或 P3HT 聚合物），研发出一种基于涂覆一层纳米线的石墨烯薄片的新型太阳能电池。研究认为，基于石墨烯的电池与基于铟锡氧化物的电池在效率上具有可比性，总的转换效率是 4.2%，这比普通硅基电池效率要低，但对专门应用领域仍具竞争力。这种电池可安装在窗户、屋顶或其他表面，具有成本低、透光性好、可以弯曲、质量轻、机械强度和化学鲁棒性强等优势。而且，这种电池完全可以在低于 175℃ 下使用，而硅基太阳能电池则需要更高的温度。参见 12 月 3 日《Nano Letters》在

线版（题：Graphene Cathode-Based ZnO Nanowire Hybrid Solar Cells）

- 英圣安德鲁斯大学研究人员开展碳作为非质子锂空气电池多孔阴极材料的行为研究：在锂空气电池中，阴极的放电反应包括 O_2 的还原和固态 Li_2O_2 的形成；充电过程则相反，即 $2\text{Li}^+ + \text{O}_2 + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{Li}_2\text{O}_2$ 。放电时形成的固态 Li_2O_2 需要储存在多孔导电基质中，而碳具有导电性高、成本低和制造简单等优势，使其作为阴极材料极具吸引力。参见 11 月 28 日《*Journal of the American Chemical Society*》在线版（题：The Carbon Electrode in Nonaqueous Li-O₂ Cells）
- 美国维吉尼亚大学与西北大学研究人员合作开发了活化甲烷生产乙烯的新途径和催化材料：工艺要点是硫作为一种“软”氧化剂，来催化甲烷转化成乙烯。乙烯是生产化学品、聚合物、燃料的关键“中间体”，最终生产薄膜、表面活性剂、去垢剂、防冻剂、纺织品等。理论和实验结果表明，甲烷的转化率和生产乙烯的选择性，主要由硫和催化剂的粘结度来决定。利用这些概念，研究人员探索用不同的金属硫化物催化剂，通过调整金属-硫的粘结强度来控制甲烷的转化。参见 12 月 16 日《*Nature Chemistry*》在线版（题：Sulfur as a selective ‘soft’ oxidant for catalytic methane conversion probed by experiment and theory）

能源资源

- 安永公司年度石油和天然气储量研究报告显示，由于亚太地区天然气储量的增长，加拿大的油砂投资增加，以及美国页岩气的大幅增加，2011 年全球油气储量、勘探开发支出和油气收入均有增加：石油储量增加 1%，天然气储量增加 4%；油气公司勘探开发投资合计达 3842 亿美元，比 2010 年增长了 19%；2011 年油气公司收入增长了 27%，达到 1.2 万亿美元，扣除劳动力、服务和其他费用的成本，税后利润比 2010 年增加了 29%，达到 3199 亿美元。参见：[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Global_oil_and_gas_reserves_study/\\$FILE/Global_oil_and_gas_reserves_study.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Global_oil_and_gas_reserves_study/$FILE/Global_oil_and_gas_reserves_study.pdf)