

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2012年6月15日 第12期（总第170期）

先进能源科技专辑

中国科学院高技术研究与发展局

中国科学院先进能源科技创新基地

中国科学院国家科学图书馆武汉分馆

中国科学院国家科学图书馆武汉分馆 武汉市武昌区小洪山西25号
邮编：430071 电话：027-87199180 电子邮件：jiance@mail.whlib.ac.cn

目 录

特 稿

2011 年全球可再生能源发展与投资趋势解读 2

决策参考

国际能源署发布《能源技术展望 2012》 11

国际可再生能源机构分析可再生能源发电技术成本 16

欧盟委员会着手制定 2020 年后可再生能源发展框架 17

美国国家研究理事会调研能源技术诱发地震可能性 18

美研究人员评估能源生产方案的水足迹影响 19

项目计划

美能源部投资超 7000 万美元支持太阳能研发 21

美能源部资助高校开展洁净煤研究 21

德国计划投资 200 亿欧元进行电网升级 22

能源装备

三菱重工开展三段式天然气复合发电系统研究 22

科研前沿

太阳能电池近期研究进展 23

化学反应中的质子传输或将促进高效能源系统开发 24

外壁剥落的碳纳米管有望替代燃料电池铂催化剂 25

光合系统II新发现有助于人工光合系统开发 26

能源资源

美布鲁金斯学会评估技术变革对能源资源的影响 27

专辑主编: 张 军

意见反馈: jiance@mail.whlib.ac.cn

本期责编: 陈 伟

出版日期: 2012 年 6 月 15 日

本期概要

2011 年全球可再生能源发展与投资趋势解读：根据联合国环境规划署（UNEP）和 21 世纪可再生能源政策网络（REN21）发布的《全球可再生能源投资趋势 2012》和《全球可再生能源现状报告 2012》，2011 年全球不包括水电在内的可再生能源领域总投资同比增长了 17%，达到创纪录的 2570 亿美元，其中太阳能发电（1470 亿美元）超过风电（840 亿美元），成为全球投资者在可再生能源领域的首选。中国（520 亿美元）、美国（510 亿美元）投资额位居前两位，欧盟整体投资额达到 1010 亿美元。单从研发投资来看，发达地区（如美国和欧洲）仍然保持着较大的领先优势；研发投资前三位技术领域是太阳能（41 亿美元）、生物燃料（19 亿美元）和风能（12 亿美元）。截至 2011 年，全球可再生能源电力总装机容量超过 1360 GW（其中非水电可再生能源超过 390 GW），同比增长 8%，占到全球电力装机总量（2011 年预计达 5360 GW）的 25% 以上，供应了全球 20.3% 的电量；液体生物燃料提供了全球 3% 的道路交通燃料用量；2010 年全球可再生能源在终端能源消费中所占比重预计已增长到 16.7%。非水电可再生能源发电装机容量最多的国家依次为中国（70 GW）、美国（68 GW）、德国（61 GW）、西班牙（28 GW）、意大利（22 GW）、印度（20 GW）和日本（11 GW），这七个国家合计占到全球总量的约 70%。

国际能源署指出从目前开始到 2050 年实现 2℃ 情景需要追加投资 36 万亿美元：根据国际能源署《能源技术展望 2012》报告，投资于清洁能源能够实现经济性，每额外投资 1 美元可到 2050 年前在燃料节约方面产生 3 美元的效果。目前清洁能源技术进展缓慢，只有一些更为成熟的可再生能源技术（包括水电、生物质能、陆上风电和太阳能光伏）进展较快；而其他关键技术发展迟缓，尤其是能效技术应用滞后，碳捕集与封存（CCS）、近海风电以及太阳能热发电（CSP）进展不佳。由于低碳能源系统的特征是更多样化的能源来源，决策者在制定能源政策时需要通盘考虑能源系统整体，协同发展和部署能源技术；需要投资建设更强有力、更智能的基础设施。政府需要及早行动以刺激新的和突破性技术的发展，对研发示范活动给予战略性充分支持将是必不可少的。

国际可再生能源机构（IRENA）研究指出全球可再生能源发电成本正大幅下降：根据 IRENA 对太阳能光伏（PV）、太阳能热发电（CSP）、风电、水电和生物质发电等 5 项技术的成本和性能综合分析，过去几年内，可再生能源生产成本的下降幅度较大，并且在未来几年内这种下降趋势仍会持续。太阳能光伏发电成本已大幅下降，在过去两年晶硅光伏组件的成本下降 60% 以上，达到约 1 美元/瓦；在西班牙和美国，2010 年大型无储能 CSP 电站比光伏发电安装成本要低；2010 年，北美最佳地点的风力发电成本为 0.04-0.05 美元/kWh；最有竞争力的生物质发电项目电力成本为 0.06 美元/kWh；大型水电项目的平准化电力成本通常范围在 0.02 美元/kWh 到 0.19 美元/kWh 之间。

日本三菱重工（MHI）将研发集成固体氧化物燃料电池（SOFC）和燃气轮机联合循环（GTCC）发电系统的三段式联合循环发电系统：通过燃料电池、燃气轮机和蒸汽轮机这三个阶段发电形成燃料电池联合循环（FCCC）系统，预计能够实现世界上最高的发电效率，数百兆瓦发电系统可超过 70%（LHV），数十兆瓦发电系统可超过 60%（LHV）。

2011 年全球可再生能源发展与投资趋势解读

6月11日,联合国环境规划署(UNEP)和21世纪可再生能源政策网络(REN21)分别发布了《全球可再生能源投资趋势2012》和《全球可再生能源现状报告2012》。UNEP的报告对全球可再生能源投资方面的趋势和问题做了详细的分析,2011年全球不包括水电在内的可再生能源领域总投资同比增长了17%,达到创纪录的2570亿美元,其中太阳能发电(1470亿美元)超过风电(840亿美元),成为全球投资者在可再生能源领域的首选。REN21的报告纵观当前全球可再生能源的现状,涉及发电、供暖、制冷、交通运输燃料等,并详细介绍了全球可再生能源产业发展趋势、政策前景以及农村可再生能源发展情况,截至2011年,全球可再生能源电力总装机容量超过1360GW(其中非水电可再生能源超过390GW),同比增长8%,占到全球电力装机总量(2011年预计达5360GW)的25%以上,供应了全球20.3%的电量,2010年全球可再生能源在终端能源消费中所占比重预计已增长到16.7%。近三年全球可再生能源发展的部分统计数据见表1。

表1 2009-2011 可再生能源发展部分数据

	2009	2010	2011
年度可再生能源新增投资(亿美元)	1610	2200	2570
累计可再生能源电力装机容量(不含水电, GW)	250	315	390
累计可再生能源电力装机容量(包含水电, GW)	1170	1260	1360
累计水力发电装机容量(GW)	915	945	970
累计风力发电装机容量(GW)	159	198	238
累计光伏发电装机容量(GW)	23	40	70
累计太阳能热发电装机容量(GW)	0.7	1.3	1.8
累计太阳能热水器/热利用容量(GW _{th})	153	182	232
年度乙醇产量(亿升)	731	865	861
年度生物柴油产量(亿升)	178	185	214
制定有政策目标的国家数量	89	109	118
制定有固定上网电价政策的国家/地方政府	82	86	92
制定有可再生能源配额标准政策的国家/地方政府	66	69	71
制定有生物燃料掺混目标的国家/地方政府	57	71	72

1 可再生能源技术领域发展概况

在电力部门,2011年全球可再生能源发电装机容量占到所有电力新增容量(208GW)的一半,其中,风电约占可再生能源发电新增容量的40%,光伏发电约占30%,水电约占25%。

在供热制冷部门,可再生能源潜力巨大但尚未完全开发,对生物质、太阳能和

地热资源的利用占到了大部分份额。多国逐渐开始颁布支持政策来推动可再生能源在供热制冷部门的应用，发展趋势包括系统规模不断扩大、热电联产应用增多、区域可再生能源供热制冷增加、更多地利用可再生能源提供工业过程热。

在交通运输部门，可再生能源主要是以气体和液体燃料应用，2011年液体生物燃料提供了全球3%的道路交通燃料用量。利用可再生能源电力提高交通电气化的倡议措施数量虽仍有限，但在不断增加中。

可再生能源产业的设备制造、销售和安装环节在2011年持续增长。太阳能光伏和岸上风电经历了价格的大幅下降，这是由于规模经济和技术进步带来的成本下降，同时也由于政策支持的减少或不确定性。此外，部分可再生能源产业，特别是光伏制造业，受到了价格下跌、政策支持减少、国际金融危机以及国际贸易争端的挑战。持续的经济困境（特别是在传统可再生能源市场）以及一些国家不断变化的政策环境导致了部分行业的不确定性或负面展望，过去一年内提议发展的新项目数量有所减少。

总体来看，从2006年底到2011年这一时间段内，光伏发电是所有可再生能源技术中发展最快的，装机容量年均增长58%；其次是太阳能热发电（CSP），年均增长37%；第三是风电（26%）。此外，对于太阳能供热系统、地源热泵、部分固体生物质燃料（如木质颗粒燃料）的需求也在快速增加。全球可再生能源各技术领域发展情况见图1。

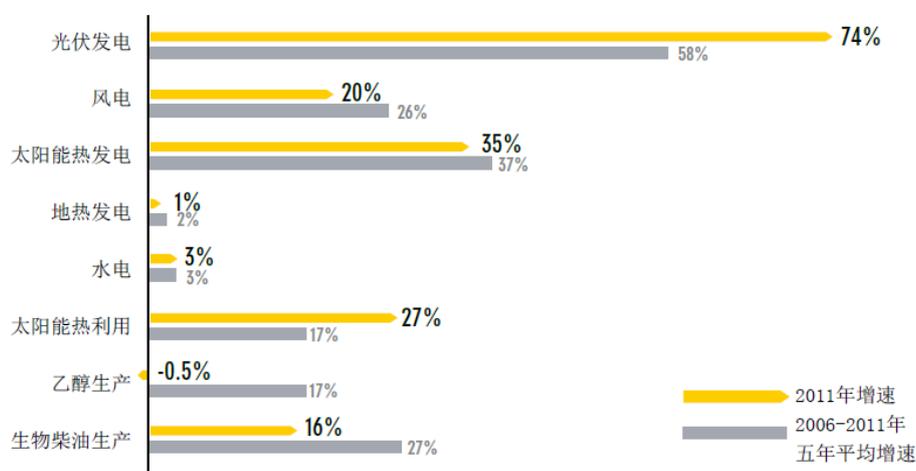


图1 全球可再生能源各技术领域年增长情况

- **光伏发电**：由于上网电价政策和税收优惠政策即将到期的刺激作用，以及光伏产品价格大幅降低等因素，大部分新增装机出现在年底。2011年新增了近30GW装机容量，使得全球总装机容量达到了近70GW，增长了74%。大规模地面电站仍占主导地位，同时小型建筑光伏也继续起到重要作用。欧盟光伏发电首次成为该地区新增装机容量最多的发电技术。虽然意大利和德国领衔的欧盟地区仍是全球主要的光伏发电市场，但其他地区在快速扩张，中国增长迅速，已成为亚洲地区主要的

光伏市场。虽然 2011 年光伏发电发展形势较好，但由于产能过剩、价格下降、政府削减激励政策、一年中大部分时间市场增长仍较慢、行业整合等因素，光伏制造商们面临亏损和倒闭的压力。

- **太阳能热发电:**2011 年新增装机超过 450 MW,全球 CSP 累计装机达到约 1760 MW。西班牙占到新增装机量的绝大多数，一些发展中国家也开始启动其首个 CSP 电站，产业界活动从西班牙和美国扩大到了新的区域。抛物槽式 CSP 电站仍是主流技术，但同时在 2011 年也有一些新的塔式电站和菲涅尔电站投入运行，并有一些电站在建中。尽管 CSP 面临着快速下降的光伏发电价格以及拖慢了中东北非地区 CSP 发展的阿拉伯之春等因素的挑战，但仍有相当数量的项目在建中。

- **风电:**2011 年风电装机容量增加了 20%，到年底累计容量达到了约 238 GW。发展中国家和新兴市场的新增量超过了 OECD 国家，中国占到全球市场的约 44%，其次是美国和印度；德国仍是欧洲地区的最大市场。海上风电的市场份额相对较小，但在持续扩大，朝向更大的风力涡轮机、更深的水域和离岸更远的深海发展。单个风电项目的规模和风力涡轮机尺寸都保持着不断扩大的趋势，同时小尺寸风力涡轮机的使用也在增加，在一些国家对社区风电项目的兴趣正在提升。2011 年底，全球风力发电量约占总用电量的 2%-3%。欧盟风力发电量约占用电量的 6.3%，美国为 2.9%。风电利用水平（风力发电量占总用电量的比例）较高的国家包括丹麦（26%）、西班牙（15.9%）、葡萄牙（15.6%）、爱尔兰（12%）、德国（7.6%）。

- **生物质供热、发电与交通应用:**对生物质能源利用的增多使得近年来生物质燃料的国际贸易活动日益活跃，木质颗粒燃料、生物柴油、乙醇是主要的燃料贸易对象。生物质固体和气体燃料是可再生能源供热的主要来源。市场在快速扩张，尤其在欧洲，生物质被越来越多地应用于区域供热系统。另一个增长趋势（也是主要发生在欧洲）是使用生物甲烷（纯化沼气），可直接加入到天然气供给网中，用以供热、发电和作为交通燃料。在中国、印度和其他一些地方，家用规模的发酵器产生的沼气被越来越多地应用于烹饪和小范围的供热与照明。截至 2011 年底，全球生物质发电装机容量增至 72 GW，固体生物质发电量约占所有生物质发电量的 88.3%。美国是全球生物质发电装机容量最多的国家，截至 2011 年底约为 13.7 GW，发电量约为 56.7 TWh。欧盟生物质发电装机容量约为 26.2 GW，固体生物质发电量约为 69.9 TWh。

- **太阳能供热制冷:**2011 年太阳能供热装机容量同比增长约 27%，总量达到 232 GWth。中国仍是全球热利用装机的领先国家。大部分热利用是太阳能热水器，但太阳能空间供暖制冷应用已开始起步，主要集中在欧洲。

- **地热供暖与发电:**2011 年地热能提供能量预计为 205 TWh (736 PJ)，其中三分之一是发电应用（装机量预计为 11.2 GW），三分之二是供热应用。2011 年至少有

78 个国家使用直接地热能，大部分增长与地源热泵的应用相关，年均增长率约为 20%。地热发电增长缓慢，但传统应用市场将加速在建项目的进度，而东非及其他一些地区将成为新的地热发电市场。双工质循环电站和增强型地热系统等新技术的发展将扩大可利用地热资源，并改善现有电站的经济性。

- **水电**：2011 年预计新增装机容量 25 GW，全球装机总量同比增长近 2.7%，达到约 970 GW，发电量预计为 3400 TWh，远超过其他可再生能源。亚洲是新项目最活跃的地区，而更成熟市场关注于现有水电设施的改造，提高输出功率及效率。随着太阳能和风能等可变资源应用的增多，通过扩大抽水蓄能容量，水电日益发挥着平衡负载的作用。

- **海洋能**：经过若干年仅有小规模试点项目的发展，2011 年全球海洋能发电规模近乎翻番。韩国 254 MW 潮汐能电站以及西班牙 0.3 MW 波浪能电站的投运使得全球海洋能发电装机容量达到了 527 MW，而且还有许多小规模中试项目和公用事业规模项目在建中，用以试验和示范近期将全面商业化应用的多种技术。持续投资和结成战略伙伴联合开发有望使得海洋能在未来数年进行大规模应用。

2 主要国家地区可再生能源发展概况

从国家来看，非水可再生能源发电装机容量最多的国家依次为中国、美国、德国、西班牙、意大利、印度和日本，这七个国家合计占到全球总量的约 70%。从区域来看，截至 2011 年欧盟非水可再生能源发电装机容量最多，约占 44%，其次是金砖国家（几乎全部集中在中国、印度和巴西），约占 26%。全球可再生能源发电的主要市场发展情况见图 2。

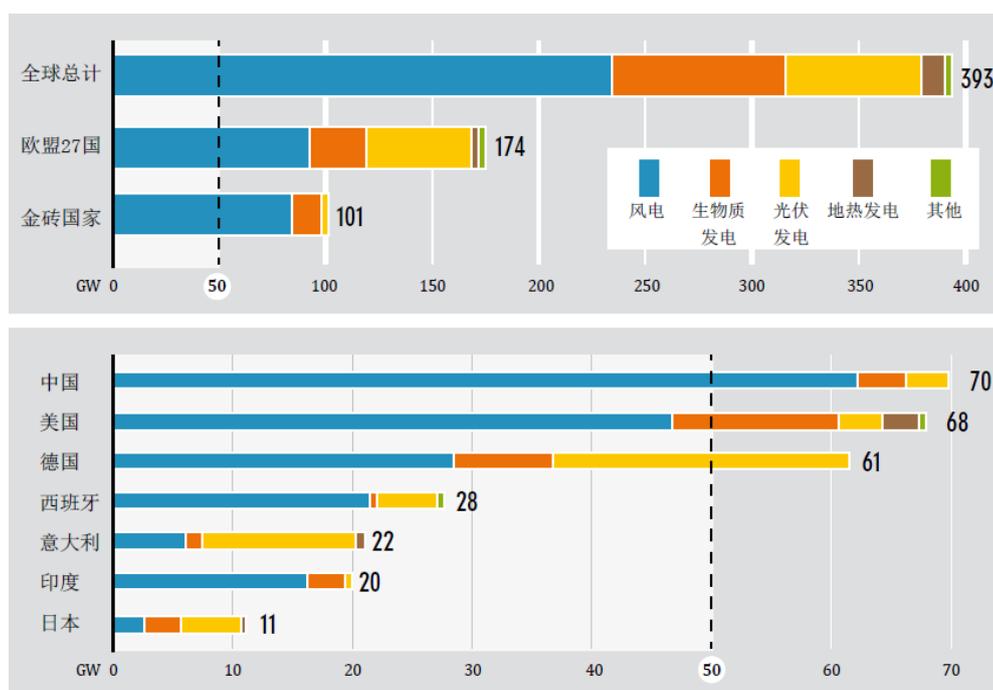


图 2 2011 年全球可再生能源发电主要市场

在部分国家和地区的发展态势如下：

- 在欧盟，2011年可再生能源发电装机容量占到电力新增总量的71%以上，仅光伏发电就占到47%。截至2011年底，可再生能源发电装机容量约占该地区全部电力装机容量的31.1%。根据最新可用数据，2010年欧盟可再生能源发电量占到总用电量的19.8%，可再生能源占到终端能源消费的12.4%。

- 德国继续成为欧洲乃至全球可再生能源应用的领先国家之一。2011年德国可再生能源使用占到终端能源消费的12.2%，电力消费的20%，供暖需求的10.4%，交通燃料的5.6%（不包括空中交通）。

- 美国2011年可再生能源发电装机容量占到电力新增总量的39%，其中大部分是风力发电。可再生能源发电量占到总发电量的12.7%，其中非水可再生能源发电在总发电量中所占比例从2009年的3.7%上升到2011年的4.7%，有9个州非水可再生能源发电比例超过10%。2011年所有可再生能源占到一次能源生产的11.8%。

- 中国截至2011年底可再生能源电力装机容量超过其他国家，预计约为282GW，其中四分之一为非水可再生能源（70GW）。全年90GW新增电力装机容量中可再生能源超过1/3，非水可再生能源超过1/5。

表2 2011年全球可再生能源投资和装机容量排名前5位国家

项目		第一名	第二名	第三名	第四名	第五名
2011年新增量	新增装机容量投资	中国	美国	德国	意大利	印度
	新增水电装机容量	中国	越南	巴西	印度	加拿大
	新增风电装机容量	中国	美国	印度	德国	英国/加拿大
	新增光伏发电装机容量	意大利	德国	中国	美国	法国
	新增太阳能热水器/热利用容量 (2010年数据)	中国	土耳其	德国	印度	意大利
	新增乙醇产量	美国	巴西	中国	加拿大	法国
	新增生物柴油产量	美国	德国	阿根廷	巴西	法国
截至2011年底累计量	可再生能源电力装机容量（不含水电）	中国	美国	德国	西班牙	意大利
	可再生能源电力装机容量（包含水电）	中国	美国	巴西	加拿大	德国
	可再生能源电力人均装机容量 (不含水电)	德国	西班牙	意大利	美国	日本
	水电装机容量	中国	巴西	美国	加拿大	俄罗斯
	风电装机容量	中国	美国	德国	西班牙	印度
	光伏发电装机容量	德国	意大利	日本	西班牙	美国
	太阳能热水器/热利用装机容量 (2010年数据)	中国	土耳其	德国	日本	巴西
	生物质发电装机容量	美国	巴西	德国	中国	瑞典
	地热发电装机容量	美国	菲律宾	印尼	墨西哥	意大利
	地热供热装机容量	美国	中国	瑞典	德国	日本
	地热直接热利用(2010年数据)	中国	美国	瑞典	土耳其	日本

3 可再生能源支持政策

截至 2012 年早期，至少有 118 个国家（其中超过半数是中国）制定了可再生能源发展目标。尽管在部分国家由于缺乏长期政策确定性和稳定性导致出现了一些挫折，可再生能源目标和支持政策仍是市场不断发展的推动力量。一些国家进行了重大政策修订，导致支持力度减少，其中一些改变是鉴于可再生能源技术日趋成熟，而对现有措施进行改进来实现更明确的目标，但还有一些是由于紧缩政策而导致的。

可再生能源发电政策仍是最常见的支持政策类型，截至 2012 年早期至少有 109 个国家实施了支持政策，固定上网电价（FITs）和可再生能源配额制（RPS）是最常用的政策形式。至少有 65 个国家和 27 个地方政府出台了 FIT 政策，虽然有出台一些新的 FITs，但大部分相关活动是对现有规定的修订，产生了许多争议。RPS 政策在 18 个国家和至少 53 个地区得到应用。

可再生能源供热制冷部门的支持政策仍较其他部门为弱，但近年来在持续发展。截至 2012 年早期，至少有 19 个国家制定了具体的供热制冷目标，还有至少 17 个国家和地方政府出台了推动可再生能源热利用的法律责任/指令。许多地方政府还通过建筑规范和其他措施来支持热利用系统的发展。对这一部门的关注还主要集中在欧洲地区，但其他地区也开始加以关注。

截至 2012 年早期，至少有 46 个国家和 26 个地方政府实施了支持生物燃料的监管政策。还有至少 19 个国家实施了交通燃料税收减免和生物燃料生产补贴政策。同时，由于低甘蔗产量，巴西规定的乙醇掺混水平降低，而美国长期乙醇支持政策到年底过期。

到目前为止，能效政策和可再生能源政策几乎没有系统关联，但已有越来越多的国家开始意识到二者是构建可持续能源未来的两大支柱，要充分发挥合力。在欧盟、美国及其他一些地区，开始通过目标和政策将二者联系起来。在全球层面，联合国秘书长发起的“人人享有可持续能源”也强调了能源获取、能效提高和可再生能源部署之间的联系。已有政策开始致力于解决可再生能源系统自身的效率问题。

4 可再生能源投资趋势

2011 年全球不包括水电在内的可再生能源投资额同比增加 17%，达到 2570 亿美元（图 3），其中发展中国家占到 35%，发达国家占到 65%。如包括大水电在内，可再生能源发电装机新增投资额要比化石燃料装机投资额高出 400 亿美元。

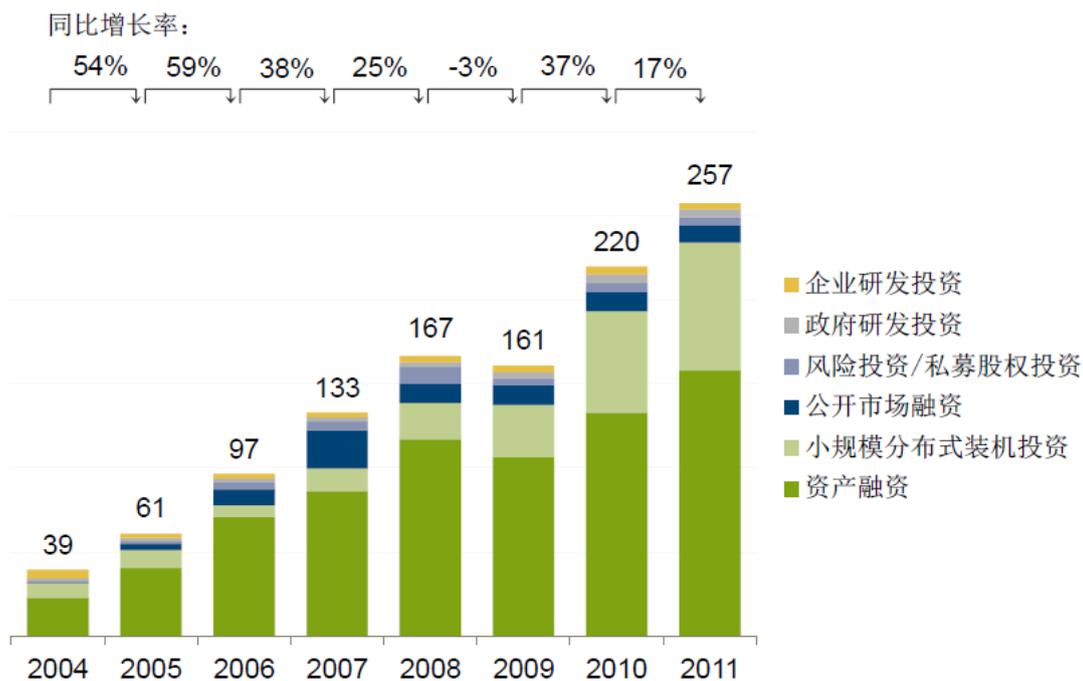


图 3 全球可再生能源年度新增投资情况（单位：十亿美元）

受到德国、意大利屋顶光伏装机猛增，中国、英国等国家小规模光伏普及以及西班牙和美国大规模太阳能热发电项目投资飙升等因素影响，2011 年太阳能发电总投资额大幅增加 52%，达到 1470 亿美元。这也超过了过去数年一直领先的风力发电，后者受到降低的风力涡轮机价格、欧洲政策不确定性和中国增长势头减缓等影响，2011 年投资额减少 12% 至 840 亿美元。全球可再生能源技术领域新增投资情况见图 4。

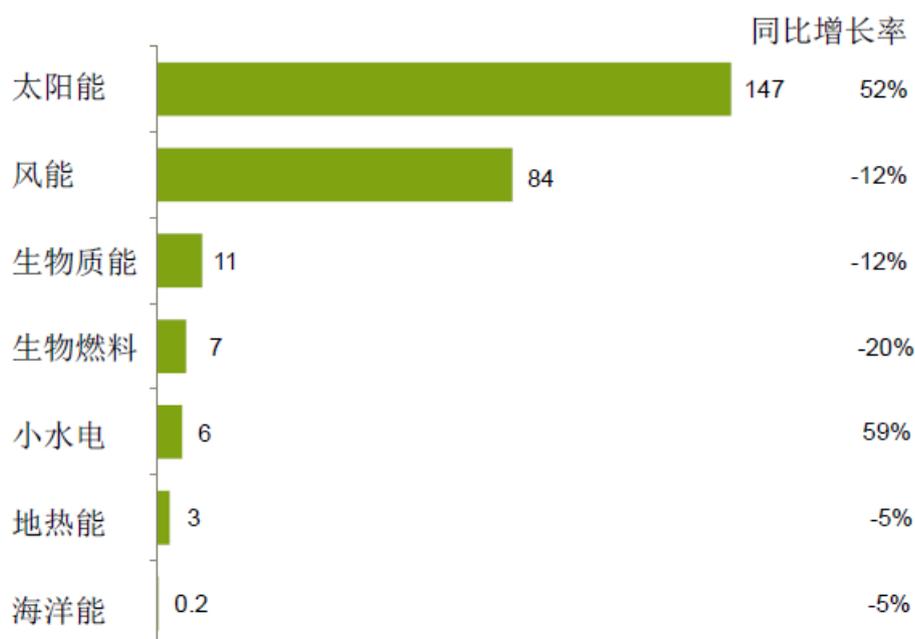
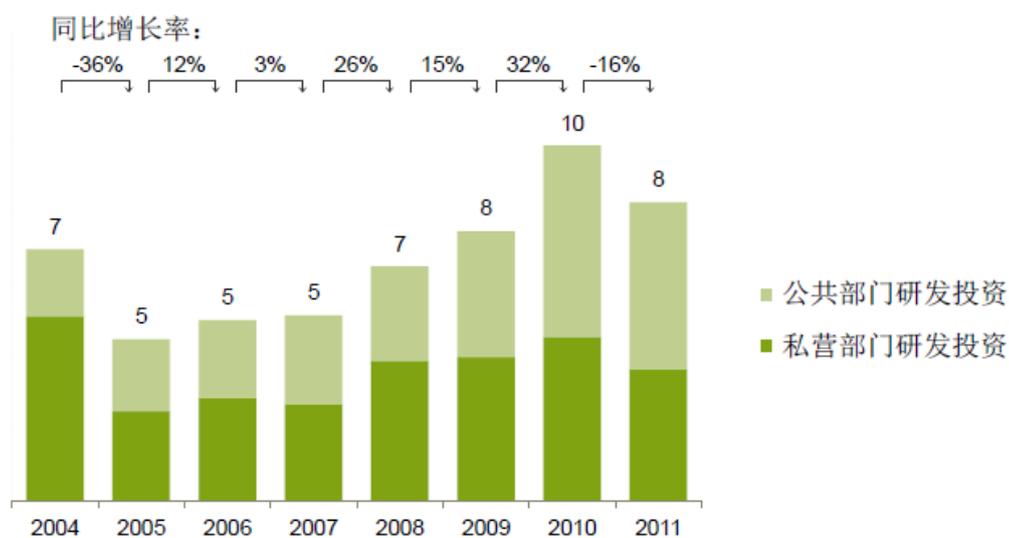


图 4 2011 年全球可再生能源技术领域新增投资情况（单位：十亿美元）

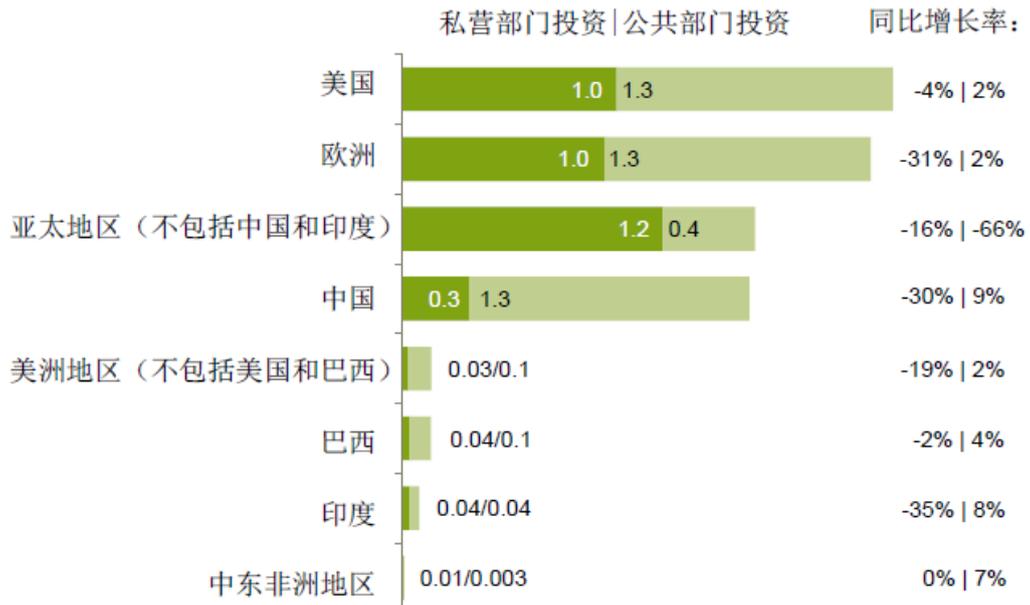
从国家来看，美国在 2011 年的投资增长势头颇为显眼，同比劲增 57%，达到 510 亿美元，仅比中国少 10 亿美元，这是由于投资商纷纷赶在联邦财政支持政策到期之前进行项目开工。由于近几年过热的风电项目发展减速，中国 2011 年可再生能源投资额虽达到 520 亿美元，仍排名第一，但同比增幅有所放缓，为 17%。欧盟作为一个整体，投资额达到 1010 亿美元，同比增长 10%。

5 可再生能源研究开发投资情况

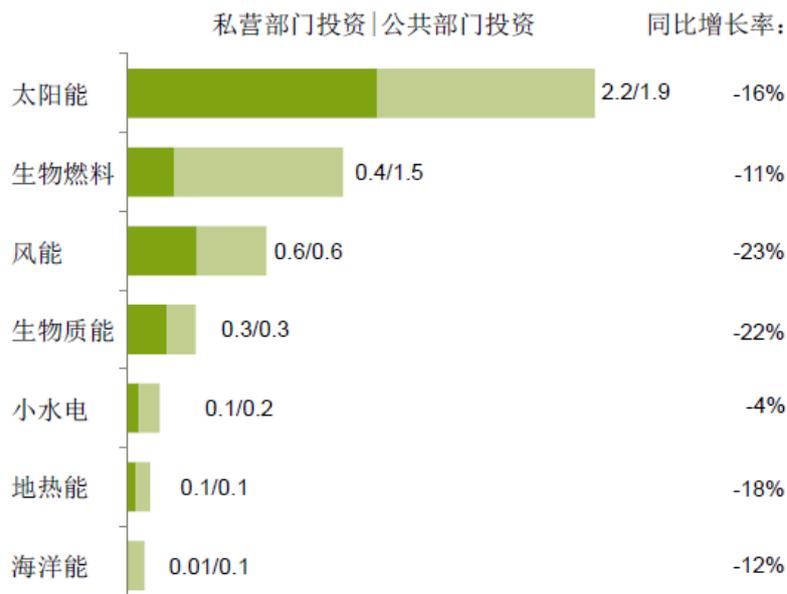
受到政府财政紧缩政策及部分企业面临经济不确定性和清洁能源部门利润率压力的影响，2011 年全球可再生能源研发投资同比下降 16%，达到 83 亿美元，其中公共部门研发投入同比下降 13%，达到 46 亿美元；私营部门研发投入同比下降 19%，达到 37 亿美元。但下降的很大一部分集中在亚太地区（不包括中国和印度），这一地区的日本和韩国 2009 年宣布的“绿色刺激”计划接近结束，使得政府研发投资大幅减少，整个地区的研发投资减少了 11 亿美元，占到全球降低额的 70%。图 5 是近几年全球可再生能源的研发投资情况，归因于全球金融危机后各国政府自 2009 年推出的“绿色刺激”计划，公共部门投资额在 2010 年和 2011 年均领先于私营部门投资（图 5-a）。从各国研发投资来看，发达地区（如美国和欧洲）仍然保持着较大的领先优势（图 5-b）。



a-2004-2011 年总体发展情况



b-2011 年研发投资领先国家/地区



c-2011 年研发投资领先技术领域

图 5 全球可再生能源研发投资情况 (单位: 十亿美元)

从研发投入领域来看 (图 5-c), 太阳能是研发投入最多的可再生能源技术, 尽管 2011 年同比降低 16%, 达到 41 亿美元, 但仍占到可再生能源研发投资总额的近一半 (49%)。该领域研发优先对象仍是提高太阳电池的能量输出, 以及提升生产过程的资源和成本效率。硅基光伏的研发任务之一是改善硅锭的结晶过程以及保证更薄硅片的低破损率。薄膜光伏的研发关注重点是将半导体层更快更平坦地沉积到衬底上, Solar Frontier、First Solar 以及通用电气子公司 Primestar Solar 是其中最活跃的研发企业。

生物燃料研发投入同比降低 11%，达到 19 亿美元，排名第二。该领域研发的优先对象仍是开发和改进下一代技术，如木质纤维素生物燃料和热化学技术。前一领域的主要研发企业包括美国 Poet 公司和西班牙 Abengoa 公司，关注转化酶和细菌的改进，能够在不同温度和 pH 条件下都能工作，同时研究转化酶自身的低成本大规模生产。热化学技术领域的关注点是改进现有工艺的性能，如气化-发酵领域，美国 Fulcrum Energy 公司致力于优化气化炉性能以及原料与发酵菌之间的匹配；费托合成开发商，如 Sundrop 和 Rentech 公司致力于改进将合成气转化为液体燃料的催化剂性能，以及更可靠地生产乙醇和柴油；热解领域的 KiOR、UOP 和 Dynamotive 公司致力于生产足够数量的生物油，并减少硫等污染物。

风能研发投入同比降低 23%，达到 12 亿美元。该领域研发的优先对象是开发能更好适应海上恶劣环境或适应陆上低风速环境的风力涡轮机，两者都需要更长的叶片，这也意味着需要采取更坚固、更轻的碳纤维复合材料。同时，风能行业还在研究能够在更深海域运行的浮动式海上风电机组。

REN21 《全球可再生能源现状报告 2012》报告参见：<http://www.map.ren21.net/GSR/GSR2012.pdf>。

UNEP 《全球可再生能源投资趋势 2012》报告参见：<http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsreport2012-1.pdf>。

陈伟 综合编译

检索时间：2012 年 6 月 15 日

决策参考

国际能源署发布《能源技术展望 2012》

6 月 11 日，国际能源署发布了《能源技术展望 2012》报告（ETP2012）。报告详细介绍了各种能源技术在实现全球温度升高控制在 2°C 和增强能源安全目标中的作用。ETP2012 报告预测了直到 2050 年的发展情景和战略，目的是引导决策者在能源趋势和建立清洁、安全和具有竞争力的能源未来需要做的努力。报告的主要结论如下：

可持续能源系统仍是可以实现，能够带来更多收益。

能源技术能够并且必须在能源系统转型过程中发挥不可或缺的作用。报告中提到目前还是有可能实现能源系统的技术转型。综合利用现有的关键技术，可以减少对进口化石燃料或国内稀缺资源的依赖，减少电力碳排放，提高能源效率和减少工业、交通和建筑行业的排放。

投资于清洁能源能够实现经济性，每额外投资 1 美元可到 2050 年前在燃料节约

方面产生 3 美元的效果。到 2020 年左右清洁能源投资需要加倍。从目前开始到 2050 年实现 2°C 情景 (2DS) 需要追加投资 36 万亿美元。这相当于每年每人额外花费 130 美元。但是, 投资和消费不同: 到 2025 年, 燃料节约费用会超过投资成本; 到 2050 年, 燃料节约的费用会超过 100 万亿美元。即使按照 10% 的折现率来计算这些未来潜在的节约量, 从目前到 2050 年净节省额也有 5 万亿美元。如果考虑更低的化石燃料需求对价格影响的话, 预计燃料节约的成本可以达到 150 万美元。

能源安全和缓解气候变化是相互的。 2DS 情景示范能源效率和加速部署低碳技术如何帮助政府削减支出、减少能源进口依赖度和降低排放。与主要集中在部分地区的其他能源来源相比, 可再生能源资源和能源效率的潜力几乎各地都有。降低能源强度, 同时结合能源来源的地域和技术多样化, 将会实现广泛的能源安全和经济效益。根据 2DS 情景, 由于节能和替代能源的使用, 到 2020 年左右可以节约化石燃料约 450 EJ, 这相当于 OECD 国家过去六年的化石燃料进口量总和。到 2050 年, 累积化石燃料节约可达 9000 EJ, 相当于当前全世界 15 年的一次能源需求量之和。

尽管技术潜力巨大, 但清洁能源进展缓慢¹。

具有节约能源和减少二氧化碳排放潜力的 10 项技术中, 有 9 项在满足未来低碳转型需要部署的目标上不太成功。一些具有巨大潜力的技术进展最慢。ETP 分析认为目前清洁能源领域进展缓慢, 只有一些更为成熟的可再生能源技术 (包括水电、生物质能、陆上风电和太阳能光伏) 进展较快。其他关键技术发展迟缓。尤其是能效技术应用滞后, 碳捕集与封存 (CCS)、近海风电以及太阳能热发电 (CSP) 进展不佳。在未来十年扩大应用这些技术的项目规模至关重要。在 2DS 情景中, 到 2050 年左右 CCS 在累积碳减排中的贡献度高达 20%。目前在电力行业缺乏大规模的 CCS 示范项目, 工业方面项目很少, 需要快速部署 CCS。在交通方面, 政府的目标是到 2020 年左右上路电动汽车达到 2000 万辆。这些目标很鼓舞人心, 但超过当前行业规划能力的两倍, 所以实现是具有挑战性的, 特别是鉴于当前政府支持计划的相对短期性质。

自 20 世纪 80 年代以来, 与能源相关的公共研究、开发与示范 (RD&D) 投资份额已经下降了三分之二。政府支持技术的 RD&D 是很关键的, 能够提供机会来刺激经济增长和降低低碳技术成本。有前景的可再生能源技术 (如近海风电和 CSP) 和资本密集型技术 (如 CCS 和整体煤气化联合循环 <IGCC>) 很有发展潜力, 但仍面临技术和成本挑战, 特别是在示范阶段。从 1999 年到 2008 年, 可再生能源技术专利增加了四倍, 特别是太阳能光伏和风电。虽然这两项技术已经在成功地开展, 但是其他技术 (如增强型地热系统和海洋能) 在专利商业转化方面还未取得成功。2010 年与能源相关的公共 RD&D 投资所占份额已经下降到低于 4%, 而在 1980 年

¹ 参见本快报今年第 9 期特稿报道。

全球平均水平为 12%，IEA 成员国平均超过 20%。需要扭转公共 RD&D 份额下降的趋势。此外，RD&D 政策需要采取更好的措施来支持市场部署。对新兴市场的预期是激励更多的 RD&D 私人投资和技术创新的一个关键因素。

化石燃料仍占据主导地位，需求持续增长，正在锁定高碳基础设施。《世界能源展望 2011》中提到实现 2DS 目标的机会窗口正在迅速关闭。ETP2012 强化了这一观点：目前所作的投资将决定 2050 年左右的能源系统；因此，清洁能源方面进展缓慢是非常令人担忧的。

能源政策必须考虑整个能源系统。

能源技术相互作用，必须协同发展和部署。低碳能源系统的特征是更多样化的能源来源。这将提供一个较之目前更为平衡的能源系统，不过这也意味着新的系统必须更集成化和复杂化，将更多的依赖于分布式发电。这需要提高效率，减少系统成本和组合不同的技术和燃料。不过，成功关键取决于整个能源系统的功能，而不仅是单个技术。对于决策者而言，未来十年最重要的挑战可能从供应驱动视角转向识别系统集成的需要。能源市场的作用将会改变。通过太阳能光伏发电或余热回收等分布式发电，当前的能源消费者将会成为能源提供方。利用需求响应和储能，消费者也将在电力系统平滑运行方面发挥作用。扶持和鼓励优化整个能源系统的技术和行为，而不仅是系统的单个部分，可以带来巨大的经济利益。

需要投资建设更强有力、更智能的基础设施。需要投资发展高效的低碳能源系统。在一些重要的市场（如德国和中国）电力传输能力方面已经存在瓶颈，这会威胁到限制低碳技术的未来扩张。能源系统还需运营更加智能化。到 2050 年，更好的利用现有的供暖技术可以节省高达 25% 的供暖高峰用电需求量。更强更智能的电网可以通过更大程度的需求响应来保证电力系统更有效的运行。事实上，需求响应能够在技术上提供到 2050 年所需的所有调控和负荷跟踪的灵活性。智能电网方面的投资也非常具有成本效益：ETP 分析表明，仅在欧洲到 2050 年智能电网的投资部署会产生 4 万亿的回报，投资回报率为 4:1。这些回报大多体现在减少新增发电容量的投资。

低碳电力是可持续能源系统的核心。低碳电力带来的系统层面效益已不仅限于整个电力部门，还能够大幅减少工业、交通运输和建筑行业的二氧化碳排放量。ETP 分析显示，通过部署低碳技术到 2050 年每千瓦时的排放量可以减少 80%。可再生能源技术在这方面发挥了至关重要的作用。在 2DS 情景下，可再生能源占世界发电量的份额从目前的 19% 增加到 2050 年的 57%。事实上，低碳发电已经在许多市场具备竞争力，在未来几年发电份额将不断增加。到 2050 年，根据地区发展的不同，具有易变性的发电技术（如风电或太阳能光伏）份额将占总电力容量的 20% 到 60%。

能源效率必须实现其潜力。到 2050 年，能源效率必须帮助降低三分之二的全球

经济能源强度；能源强度改进的速度必须加倍，从过去 40 年的 1.2% 改进到未来 40 年的 2.4%。不过，这方面缺乏激励措施，还存在很多非经济壁垒。有必要应用更严格的性能标准和规范，特别是在建筑和运输部门。就这一点而言，信息和能源管理是鼓励工业提高能源效率的有效途径。

能源利用更平衡；化石燃料不会消失，但作用会发生变化。

减少煤炭使用和提高燃煤发电效率是重要的第一步。为了使二氧化碳排放量到 2050 年减半，2DS 情景中煤炭需求量与 2009 年相比要下降 45%，甚至持续到 2075 年。在这种背景下，目前用于发电的煤炭利用的增长对于能源和气候变化关系而言是个最为棘手的趋势。虽然如此，对于很多依赖煤炭的地区来说，燃煤发电仍然是很重要的；需要在未来 10 到 15 年内提高现有和新建发电厂的效率。提高的潜力是非常巨大的。在更高的蒸汽温度条件下运行，可以将燃煤发电厂的二氧化碳排放量降至每千瓦时 670 克，比目前全球平均水平提高了 30%。

天然气和石油在未来几十年对于全球能源系统而言仍然很重要。随着排放目标趋紧，天然气的份额开始增加，特别是基荷发电厂，在许多地区取代煤炭，并在少数地区取代核电。到 2030 年之后，二氧化碳排放进一步减少，燃气发电越来越发挥作用，为易变的可再生能源发电提供灵活性，同时作为高峰负荷供电来平衡发电和需求波动。到 2050 年在所有行业天然气仍是重要的燃料，同时天然气的需求量与 2009 年相比将高出 10%。到 2025 年左右燃气发电厂的排放将高于全球发电行业二氧化碳平均强度，如果要满足气候变化的发展目标，就需要对一些天然气基础设施长期可行性投资引起重视。如果短期内的基础设施发展不充分考虑技术的灵活性，那么低碳燃料和技术的未来适应将更难以实现。ETP2012 中没有对石油做详细的介绍，没有发现石油开采跟天然气一样产生技术革命。在 2DS 情景中即使到 2050 年左右全球石油消费降低超过 50%，石油仍然是运输行业一个重要的能源载体以及重要的工业原料。

碳捕集与封存（CCS）长期来看至关重要。CCS 是目前唯一能够满足工业部门（如钢铁、水泥和天然气处理）大幅减排目标的技术。如果放弃 CCS 作为减排方案，那么实现 2DS 情景的成本将大幅增加。如果不采用 CCS 技术，满足 2DS 需要在电力行业额外投资进一步增加 40%，意味着未来 40 年额外的投资成本超过 2 万亿美元。没有 CCS 技术，其他减排方案的减排压力会更高。虽然封存问题还有待解决，但目前可商业利用的一些二氧化碳捕集技术中已可在不同部门应用。虽然目前大多数仍然资本密集和成本昂贵，但是它们可以与其他低碳方案相竞争。将这些技术集成到大型项目中也存在挑战。

政府必须在鼓励向高效和低碳技术转型方面发挥决定性作用。

政府强有力的政策行动可以帮助关键技术具备真正的竞争力和广泛得以应用。实现低碳未来的主要障碍是在与全球能源系统转型相关的成本和收益的分配不均（时间上，各部门以及各国家之间）。各国政府需要采取强有力和协同的行动来平衡实现低碳未来的所有成本和收益。他们应该鼓励国家清洁能源技术目标和加强国际合作的雄心。各国政府必须抓住技术潜力提供的机遇，建立合适的框架来鼓励技术的开发和部署，同时考虑所有利益相关方（工业界、融资方、消费者等）的利益驱动。

单靠政府是无法实现转型的——需要对消费者、企业和投资者提供明确的激励机制。各国政府需要制定严格和可靠的清洁能源目标。支撑目标的政策必须是透明和可预见的，以充分解决和缓解新技术相关的融资风险。对这些技术而言，能够鼓励投资者灵活性和减轻风险的强有力政策和市场是至关重要的。确保能源的真实价格（包括成本和收益）在消费者支付中得到真实反应，在实现尽可能低成本的低碳未来中是最高优先级。确定一个有意义的碳价格将能够为消费者和技术开发人员提供一个重要的价格信号。逐步淘汰化石燃料补贴（2011年几乎高出可再生能源支持补贴的7倍）对于所有燃料和技术公平竞争是至关重要的。临时过渡性的经济激励对于创造市场、吸引投资和触发部署很有帮助。如果结合其他的措施来克服非经济性障碍（如接入电网、许可申请以及社会接受度等问题），它们可能会更有效。最后，促进新基础设施的社会接受度应该是一个优先事项。

实例表明果断的政策行动是取得进展的催化剂。一些可再生能源技术的成功例子表明，新兴的技术可以成功地在市场上竞争。太阳能光伏发电在过去十年中的年均增长为42%；陆上风电平均增长27%。作为研究、开发、示范和市场部署早期阶段的战略和持续性政策支持的结果，这些技术已经达到了私营部门可以发挥更大作用而补贴可以适当缩减的阶段。ETP 2012报告中强调了大幅削减成本的可能性。例如，太阳能光伏发电系统成本在一些国家仅过去三年就已经下降了75%。

政府需要及早行动以刺激新的和突破性技术的发展，对RD&D给予战略性充分支持将是必不可少的。2DS情景中对2050年进一步减少二氧化碳排放来达到零排放的技术配置方案可能不是很充分。ETP 2012中提供了首个定量分析直到2075年如何彻底消除与能源活动有关的排放，与利用气候科学实现2DS目标需要哪些措施的估计是相一致的。突破性的技术将有助于进一步削减能源需求，及扩大电力和氢能的长期机遇。

编者注：这是篇比较全面，能够基于能源观点客观评估人类面临能源问题和能源技术前景的报告。我们已获得报告全文，有需要的读者请与我们联系。

李桂菊 编译自：<http://www.iea.org/Textbase/npsum/ETP2012SUM.pdf>

检索时间：2012年6月13日

国际可再生能源机构分析可再生能源发电技术成本

国际可再生能源机构（International Renewable Energy Agency, IRENA）在 6 月 5-6 日举行的理事会会议上，发布了主要可再生能源发电技术成本和性能的综合分析系列报告，包括 5 项研究：太阳能光伏（PV）、太阳能热发电（CSP）、风电、水电和生物质发电。

可再生能源发电占全球新增发电能力的一半。过去几年内，可再生能源生产成本的下降幅度较大，并且在未来几年内这种下降趋势仍会持续。与过时的传统煤炭技术相比，目前采用可再生能源技术进行的电力生产具有一定的竞争力。

例如，太阳能光伏发电成本已大幅下降，在过去两年晶硅光伏组件的成本下降 60% 以上，达到约 1 美元/瓦。2011 年，太阳能光伏累计安装量增长了 70% 以上，如果可以保持这种增长，成本将进一步降低。

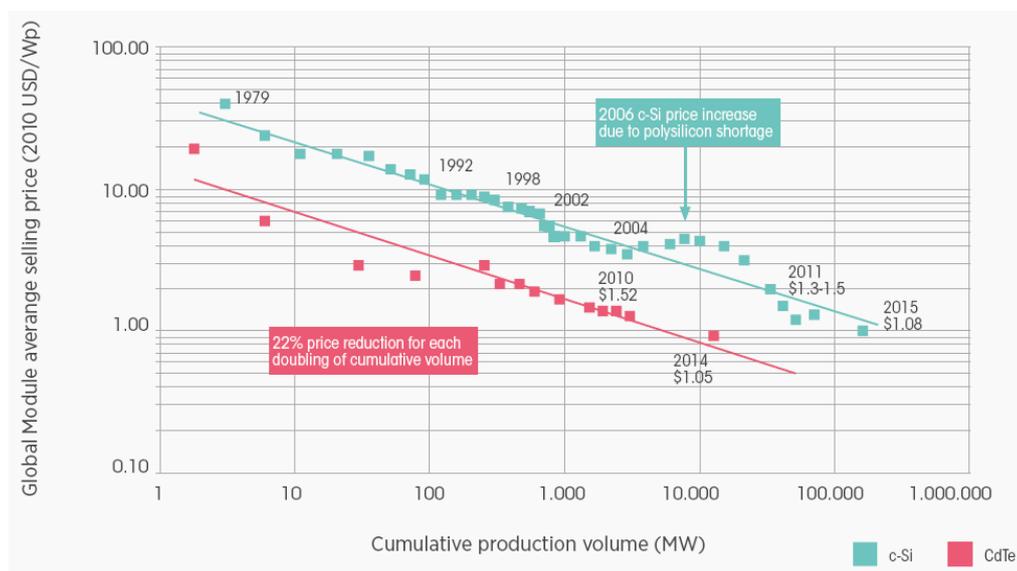


图 1 全球光伏组件价格（晶硅组件和 CdTe 组件，1979 年-2015 年）

太阳能热发电（CSP）和太阳能光伏发电既竞争又互补。IRENA 的研究表明，在西班牙和美国，2010 年大型无储能 CSP 电站比光伏发电安装成本要低。增加大型储热装置会增加安装费用，但可满足高峰期需求，使这项技术更具有竞争力。

在具有良好风力资源的地方，陆上风力发电已成为一个非常具有竞争力的发电选项。风力涡轮机的价格最近已经开始下降，这一趋势很可能将继续下去。2010 年，北美最佳地点的风力发电成本为 0.04-0.05 美元/kWh，甚至比所谓的燃气发电更加便宜。在中国，风力涡轮机的成本比北美便宜 50%-60%。

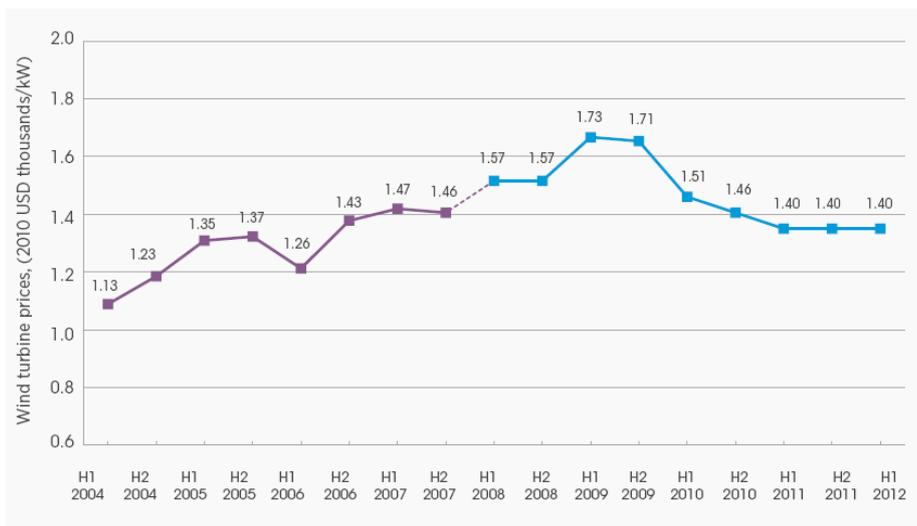


图 2 风力涡轮机交货日期价格指数（2004 年-2012 年）

在世界各地，大量的农业和林业废物未被充分利用。用它们作为原料生产电力和热能的成本要低于电网电力，最有竞争力的项目产生的电力成本为 0.06 美元/kWh。

水电是一种成熟的技术，平准化电力成本（LCOE）较低。假定 10% 的资本成本，大型水电项目的 LCOE 通常范围在 0.02 美元/kWh 到 0.19 美元/kWh 之间。是当今最具成本竞争力可供选择的发电方案。

报告参见：<http://www.irena.org/Menu/Index.aspx?mnu=Cat&PriMenuID=36&CatID=128>。

金波 编译自：

http://www.irena.org/News/Description.aspx?NType=A&PriMenuID=16&mnu=Pri&News_ID=201

检索时间：2012 年 6 月 13 日

欧盟委员会着手制定 2020 年后可再生能源发展框架

欧盟正致力于实现到 2020 年可再生能源达到 20% 市场份额的目标。如果所有成员国贯彻执行目前的所有政策并有支撑方案衔接，这一目标将能够实现。因此，委员会呼吁欧盟进一步协调支撑方案的建立和改革，并增加成员国之间可再生能源交易。此外，需要开始讨论为 2020 年之后可再生能源的发展建立一个坚实的框架，为投资者提供监管确定性。以下 4 个主要领域需加紧努力：

- **能源市场：**委员会强调需要完善内部能源市场，并承认有必要解决发电市场的投资激励，允许顺利整合进入市场的可再生能源。
- **支撑方案：**委员会赞同有利于降低成本和避免过度补偿的方案，还呼吁各成员国支撑方案更加一致，以避免不必要的障碍。

- **合作机制：**委员会鼓励增加使用可再生能源指令中的合作机制。合作机制允许会员国通过他们之间的可再生能源贸易实现他们国家有约束力的目标。这意味着一个成员国可以从另一个成员国或从欧盟以外的第三国购买如风力或太阳能等可再生能源。这可能比在本国生产的太阳能或风能更便宜。
- **地中海的能源合作：**委员会建议改进监管框架，并强调在马格里布地区²的综合区域市场，将有助于推动该地区的大规模投资，使欧洲能够进口可再生能源电力。

委员会承认，如果没有一个合适的框架，2020年以后可再生能源的增长将进入低迷期。需要建立一个框架，以便激励更多的创新及降低成本，使可再生能源成为投资不断增长的部门。因此，委员会建议开始准备面向2030年的未来政策选择和里程碑，提出了三个选择方案：

- **制定新的温室气体减排目标，但没有可再生能源目标：**排放交易体系（ETS）将成为削减二氧化碳排放量的主要手段。
- **制定三个国家层面的目标：**可再生能源、能源效率和温室气体减排。
- **制定欧盟范围内的目标：**可再生能源、能源效率和温室气体减排。

委员会强调，至关重要的是尽快确定2030里程碑。这将使可再生能源生产商在欧洲能源市场更有竞争力。

金波 编译自：

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/12/571&format=HTML&aged=0&language=en&guiLanguage=en>

检索时间：2012年6月13日

美国国家研究理事会调研能源技术诱发地震可能性

美国国家研究理事会（NRC）在最新发布的《能源技术诱发地震可能性》报告中指出，由水力压裂引发有感地震的几率相对较小，但深层注射水力压裂产生的污水和其他能源技术（如碳捕集与封存）引发地震的风险相对更高。诱发地震的最直接相关因素是地下流体注入或抽取的总体平衡。石油和天然气开发、CCS以及地热能生产都涉及流体的注入和抽取，都有可能诱发有感地震。但地热能以及传统的石油和天然气开发技术保持注入和抽取的平衡，比不能维持平衡的技术诱发地震事件的可能性更低。

报告指出，因为长时间向地下注入大量流体，碳捕集与封存（CCS）具有诱发

² 编者注：马格里布地区是非洲突尼斯、阿尔及利亚和摩洛哥所在地区的总称。

地震的可能性。但由于目前尚无实施的大型项目，因此对其实际风险尚难以评估，大规模CCS项目诱发地震的可能性将需要进行持续的研究。参与报告工作的斯坦福大学教授Mark Zoback和Steven Gorelick在《美国国家科学院院刊》上发表文章指出³，将大量的二氧化碳注入大陆内部常见的脆性岩石当中会高概率地触发地震。而且即使是小到中等规模的地震都会威胁到二氧化碳库密封的完整性，在此背景下，大规模实施CCS可能是一个具有高风险且不会显著减少温室气体排放的战略。

报告调查了能源技术造成地震的潜在可能性，包括页岩气开采、CCS、地热能的生产以及传统石油和天然气的开发。水力压裂，通过向地下深井注入短时高压的水、沙、化学品的混合物而提取天然气。此过程破坏页岩岩层，释放出天然气和废水。废水的处理有多种方式，包括在另外的地点将废水注入地下。CCS，包括从发电厂捕集二氧化碳液化并注入地下封存。地热能通过地下蒸汽或热水从地球内部获得热能。

尽管这些能源技术诱发相关的地震事件没有对美国造成人员伤亡或损失，但当地居民已对该地区正在进行或计划进行的能源开发引起的额外地震活动及其后果表示关注。虽然科学家已经了解诱发地震的机制，但由于缺乏能源开发地区的岩石系统信息和有效的预测模型，还无法准确预测地震的量级和位置。

报告参见： http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13355。

潘懿 编译自：<http://www8.nationalacademies.org/onpinews/newsitem.aspx?RecordID=13355>

检索日期：2012年6月15日

美研究人员评估能源生产方案的水足迹影响

美国能源部（DOE）爱达荷国家实验室的研究人员研究发现，如果绿色能源规划的太多反而变得不可持续。低碳能源选择增加了水的消耗量，相当于从一个问题转嫁到另一个问题。研究人员评估了多种短期能源生产方案的水足迹，得出一些关键结论。相关研究成果已经发表在《*Environmental Science & Technology*》上⁴。

例如，用能源作物制取的乙醇来替代汽油作为汽车燃料将大大增加水的消耗量。不过，用燃气发电厂来取代燃煤发电厂可以大大节约用水。根据成本、碳排放和水的影响，提高效率和减少需求也可以实现共赢。

能源问题的讨论经常会涉及到水的消耗，但在对碳控制技术进行比较分析时很少考虑对水资源的影响。这项研究首次提供了这方面的研究结论，已经引起了国际

³ Mark D. Zoback, Steven M. Gorelick. Earthquake triggering and large-scale geologic storage of carbon dioxide. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Published online before print June 18, 2012, doi: 10.1073/pnas.1202473109.

⁴ D. Craig Cooper, Gerald Sehlke. Sustainability and energy development: influences of greenhouse gas emission reduction options on water use in energy production. *Environmental Science & Technology*, 2012, 46(6): 3509–3518.

学界的关注。

水是很多能源生产的重要组成部分。生产和提取资源（如生物质或化石燃料）需要水，然后将这些资源转化成能量。核电设施使用水进行冷却和产生蒸汽，燃煤电厂也是如此。甚至连风能和太阳能都有水足迹，因为它们通常需要煤炭、核能或天然气作为备用电力以确保在无光和无风时的电力持续供应。

然而，在温室气体（GHG）排放讨论中水的使用往往被排后。目前可用的减排选项包括提高效率、减少需求和煤改气。能源减排技术包括风能和太阳能发电、碳捕集、核能和生物燃料。很多研究已经比较了这些选择的相对成本、排放和供应能力。水的使用可能会作为支持或反对某种方法的一个考虑因素。

为了帮助澄清这些问题，研究人员利用已经公布的数据来比较几种碳控制技术所消耗的水量。节约用水最大机遇之一是利用天然气取代燃煤发电，发电效率更高，水的消耗更少。其他主要的节水措施包括用风能和太阳能（用电池或天然气发电作为备用电力）来取代燃煤发电厂，减少需求的同时提高发电效率和使用效率。事实上，提高燃煤发电厂的发电效率所节约的水比减少车辆使用更多。

大多数碳捕集/封存的办法都将增加用水量，主要是因为这个过程需要额外的能量，从而消耗更多的水。用传统核能技术来取代燃煤发电厂可能会增加水的消耗。不过，爱达荷实验室和 DOE 其他国家实验室正在研究和开发的下一代更高效反应堆可以减少这种影响。影响水资源最大的是很多人都认为环保的生物能源作物。不过，利用现有的农业残余物（如木屑、玉米棒或麦秆等）制取的生物燃料对水资源的影响要小得多。这就是为什么 DOE 和爱达荷实验室正在研究和示范能够改善现有农业资源作为能源来利用的途径。

李桂菊 编译自：

https://inlportal.inl.gov/portal/server.pt/community/newsroom/257/feature_story_details/1269?featurestory=DA_589255

检索时间：2012年6月13日

项目计划

美能源部投资超 7000 万美元支持太阳能研发

6 月 13 日，美国能源部长朱棣文宣布投资 1000 万美元在 Sunshot 计划框架下开展“成本最低的屋顶光伏”竞赛项目，激励遴选三个团队能够以平均每瓦 2 美元的价格安装 5000 个小规模屋顶光伏系统（1-15 kW），促进低成本家用和小型商用屋顶光伏系统的发展。此外，还将投资 800 万美元通过 Sunshot 孵化器项目资助 9 个创新型新创企业，开发变革性解决方案来降低融资、许可等光伏项目“软性成本”。

同日，朱棣文宣布未来三年将投入 5600 万美元资助 21 个先进太阳能热发电研究项目，开发新的部件以降低成本、提高运行温度并提高热发电系统效率。研究重点包括：低成本集热器、高温接收器和高效动力循环设备与设计。

陈伟 综合编译

检索时间：2012 年 6 月 14 日

美能源部资助高校开展洁净煤研究

美国能源部于 6 月 6 日宣布将资助 9 所高校支持洁净煤技术的创新和发展。每所高校将获得 30 万美元的支持继续开展先进的洁净煤能源生产的新技术和材料的研发，集中研究用于燃煤发电厂和燃气轮机的高温高压抗腐蚀合金、保护涂层以及结构材料。这些研究项目也将开发新的工艺和计算设计方法，来开发这些材料，提高更清洁发电系统的效率并降低成本。项目承担方还将另外匹配部分资金，这些项目的投资总额达到 310 万美元。

这项计划是奥巴马政府 50 亿美元的洁净煤技术和研发投资策略的组成。这项策略用来加速洁净煤技术的商业部署，尤其是碳捕集与封存（CCS）技术，同时加强美国在全球清洁能源竞赛中的领导地位。目前这项策略已经吸引了超过 100 亿美元的额外私人资本投资。

美国目前正在引领世界 CCS 技术。事实上根据彭博新能源财经研究公司半年度研究报告《Race to First》，美国在世界上最先进的大规模 CCS 示范项目方面排名第一。位于首位的项目是由空气产品与化工公司开展的项目，这是能源部于 2010 年投资的一项项目。此外，能源部支持洁净煤技术投资，研究和示范通过二氧化碳驱油来提高洁净煤项目经济性的方式。

李桂菊 编译自：<http://energy.gov/articles/obama-administration-announces-clean-coal-research-awards-universities-across-country>

检索时间：2012 年 6 月 9 日

德国计划投资 200 亿欧元进行电网升级

德国政府于 5 月底决定，将计划投资 200 亿欧元用来扩建德国电网，以避免从核电向可再生能源转型过程中的“电力缺口”。德国政府、联邦能源电网监管机构以及输电网公司公布了直至 2022 年建设数千公里新电力线的联合计划，希望能够充分发挥可再生能源的作用。

德国总理默克尔表示，德国放弃使用核能的决定上没有退路。目前，德国正在加快部署相关工作，希望能够抓紧向可再生能源转型的步伐。她希望到年底制定相关法律来为电网扩建工作提供依据。

自去年日本福岛核事故之后德国政府做出这项突然的政策逆转决定，德国政府一直没有制定一个明确的计划来管理这次转变。业内人士警告电力短缺，一些海上风力发电企业也面临一些问题，部分原因是由于电网规划不足。

德国电网公司 TenneT TSO 主席 Martin Fuchs 提到，德国需要建立 2100 公里的直流线路和 1700 公里的交流线路，同时现有的 4000 公里电线需要进行升级。长距离点对点电力传输通常是采用交流电线，他认为，这将是首次采用直流线路，陆上电网的投资可能达到 200 亿欧元，连接未来风力发电场可能额外需要 120 亿欧元。Tennet 输电公司已经承诺为这项计划投资 55 亿欧元。

电网监管负责人 Jochen Homann 提到，要加快向可再生能源的转型，处理这个过程中可能出现的社会问题，包括对受影响的市民在建造新的基础设施方面就业问题。

李桂菊 编译自：

<http://www.reuters.com/article/2012/05/29/germany-energy-idUSL5E8GT5L920120529>

检索日期：2012 年 6 月 2 日

能源装备

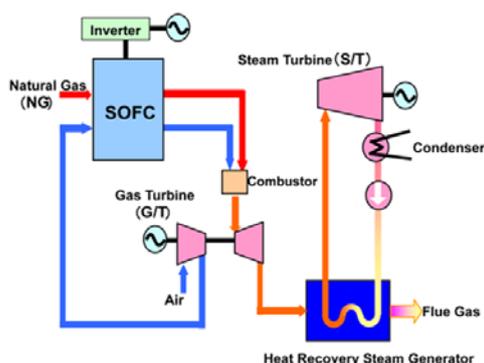
三菱重工开展三段式天然气复合发电系统研究

日本三菱重工公司（MHI）将开始研发集成固体氧化物燃料电池（SOFC）和燃气轮机联合循环（GTCC）发电系统的三段式联合循环发电系统基础技术。在新能源与产业技术综合开发机构（NEDO）的支持下，该公司将启动一项为期两年的研究，今年开始部分研究内容，主题为“SOFC 系统和基本技术的开发”。

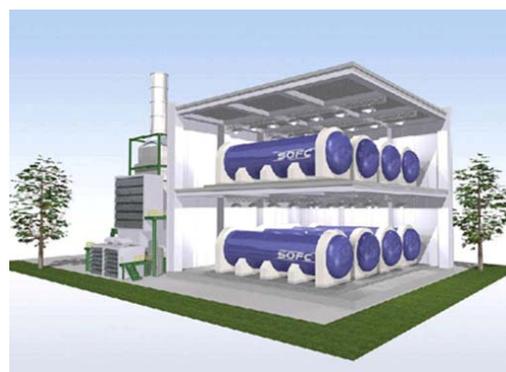
在三段式联合循环发电系统中，SOFC 发电系统是安装在 GTCC 系统之前。通过燃料电池、燃气轮机和蒸汽轮机这三个阶段发电形成燃料电池联合循环（FCCC）

系统，实现天然气发电的超高效率。FCCC 系统预计能实现世界上最高的发电效率，数百兆瓦发电系统可超过 70% (LHV)，数十兆瓦发电系统可超过 60% (LHV)。

作为研究内容的一部分，三菱重工将开发结合 SOFC 和燃气轮机发电系统所需的基本技术。对 SOFC 系统，该公司将在高压 (3.0 MPaG2) 下测试系统的特点和耐久性。对于燃气轮机系统要考虑的问题包括：变换燃气轮机和燃烧室的开发。三菱重工还计划示范一座包括 SOFC 和一个燃气轮机系统联合发电系统仿真模拟工作。



三段式联合循环发电系统配置概念图



三段式联合循环发电系统外部概念图

三菱重工认为，FCCC 三段式联合发电系统作为一种革命性的、划时代的技术，将使发电效率超过现有的燃气发电系统 10%-20%。公司计划基于这项基础技术研究成果继续开展研究，最终的目标是实现该技术的商业化。

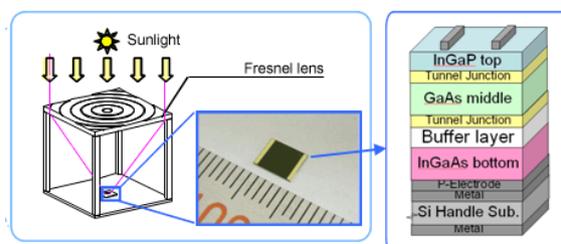
李桂菊 编译自：<http://www.mhi.co.jp/en/news/story/1206011541.html>

检索时间：2012 年 6 月 5 日

科研前沿

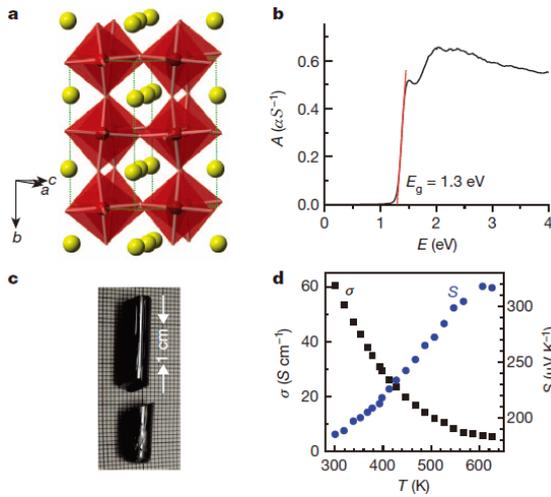
太阳电池近期研究进展

日本夏普公司开发的聚光型 III-V 族化合物三结太阳电池转换效率达到 43.5% 的全球最高转换效率。聚光倍率为 306 倍的情况下，在面积约为 0.167 cm² 的电池单元上实现了这一效率。这种太阳电池将三层光吸收层 (InGaAs/GaAs/InGaP) 进行有效堆叠，并且通过优化受光面的电极间隔，使电阻降到了最小。化合物太阳电池主要用于人造卫星等特殊用途，而夏普将把这一开发成果应用于可利用小面积太阳电池单元发电的聚光型系统，扩大在地面用途上的应用。



Triple-junction compound solar cell

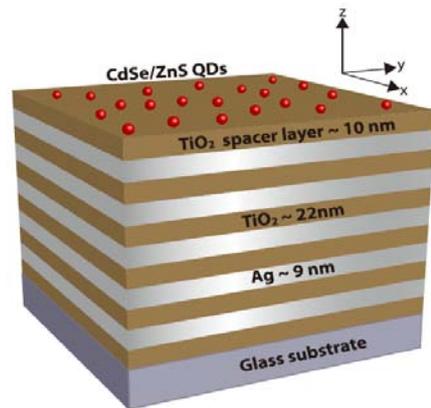
美国西北大学研究人员开发出一种全固态染料敏化太阳电池，利用铯、锡和碘



制成薄膜复合材料 CsSnI_3 ，取代了传统染料敏化电池中的有机液体电解质，解决了泄漏和腐蚀问题，最高转换效率大约是10.2%，仅次于Grätzel本人年初报道的液体电解质转换效率12.3%。这种新型太阳电池既使用n型也使用p型半导体，而且使用单层染料分子，作为两者之间的结。每个近似球形的二氧化钛纳米粒子都是一种n型半导体，而 CsSnI_3 薄膜材料是一种新型可溶性p型半导体。 CsSnI_3 薄膜材料

开始时是液体，注入电池后在纳米粒子周围流动，蒸发后形成固态物质。这种材料可吸收更广泛的可见光谱，尤其是在光谱的红色区域。相关研究成果发表在5月24日《Nature》上⁵。

纽约市立大学、阿尔伯塔大学和普渡大学的联合研究团队正在开发新的光学技术，使用分层的银和钛氧化物以及量子点组成的纳米结构超材料，极大地改变光的属性，可以超高效地传输光，有望用于先进的太阳电池、发光二极管和量子信息处理。纳米结构的超材料可以减少光子的尺寸和光的波长，从而创造新型纳米光子器件。相关研究成果发表在4月13日的《Science》上⁶。



陈伟 编译自：<http://sharp-world.com/corporate/news/120531.html>;

<http://www.northwestern.edu/newscenter/stories/2012/05/solid-state-solar-cell.html>;

<http://www.purdue.edu/newsroom/research/2012/120524NarimanovMeta.html>

检索时间：2012年6月14日

化学反应中的质子传输或将促进高效能源系统开发

过去人们通常认为，改变金属氧化物表面分子氧化状态的反应可被视为是纯粹的电子传输过程。而华盛顿大学科学家新的研究发现，至少在某些反应中，这种传输过程还包括耦合的电子和质子，如二氧化钛和氧化锌等金属氧化物表面发生的化

⁵ In Chung, Byunghong Lee, Jiaqing He, et al. All-solid-state dye-sensitized solar cells with high efficiency. *Nature*, 485(7399): 486-489.

⁶ Harish N. S. Krishnamoorthy, Zubin Jacob, Evgenii Narimanov, et al. Topological Transitions in Metamaterials. *Science*, 2012, 336(6078): 205-209.

学反应对于太阳电池等应用具有重要意义。此前一些未引起关注的反应可能是开发更高效能源系统的关键。

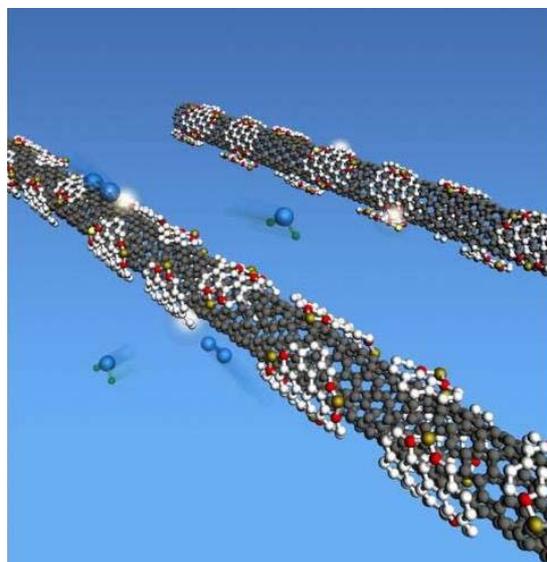
研究者指出，当前的研究与制造工作都是建立在纯电子传输模型的基础上的，而没有考虑原子的转移，这项新发现则提出了一种不同的模型，这一观点可能导致研究的新方向。原理上这将帮助能源得到更有效的利用。将电子传输和质子传输耦合起来，能够降低化学反应的能量势垒，这一点对于包括太阳能利用在内的许多技术而言相当重要。这一新观点还对光催化化学过程具有重要意义，包括废水整治设计或制备自清洁表面等等。这一研究的对象主要是二氧化钛和氧化锌等纳米颗粒，相关研究成果发表在《*Science*》上⁷。

姜山 编译自：<http://www.washington.edu/news/articles/new-twist-on-old-chemical-process-could-boost-energy-efficiency>

检索时间：2012年6月8日

外壁剥落的碳纳米管有望替代燃料电池铂催化剂

燃料电池所需的铂金催化剂非常昂贵，使得大规模商业化不切实际。斯坦福大学的研究表明制备相对便宜、属于优良电导体的碳纳米管和石墨烯有望成为最有前途的低成本铂催化剂替代品。研究人员采用的多壁碳纳米管由两个或三个同心管套在一起组成，通过化学溶液处理多壁碳纳米管会使外层碳纳米管部分剥落，形成纳米尺度的石墨烯片，掺杂少量铁原子和氮原子，会使外层纳米管壁非常活跃，有利于催化反应。内层纳米管大多保存完好，让电子可以四处流动，就可保持良好的导电性。研究人员还指出典型的碳纳米管有少量缺陷，这些缺陷实际上很重要，有助于形成催化点位，会使纳米管非常活跃，促进催化反应。因此这种碳纳米管的催化活性非常接近铂金，使它成为有前途的候选材料，用于燃料电池、金属空气电池中。



外壁剥落后的碳纳米管壁成为纳米尺度的石墨烯片（白斑），掺杂少量铁原子（黄色）和氮原子（红色），有利于形成催化点位

该研究还解决了一个长期的科学争议，就是发生氧气反应的催化活性中心的化学结构。一些科学家认为在活性中心

⁷ Joel N. Schrauben, Rebecca Hayoun, Carolyn N. Valdez, et al. Titanium and zinc oxide nanoparticles are proton-coupled electron transfer agents. *Science*, 2012, 336(6086): 1298-1301.

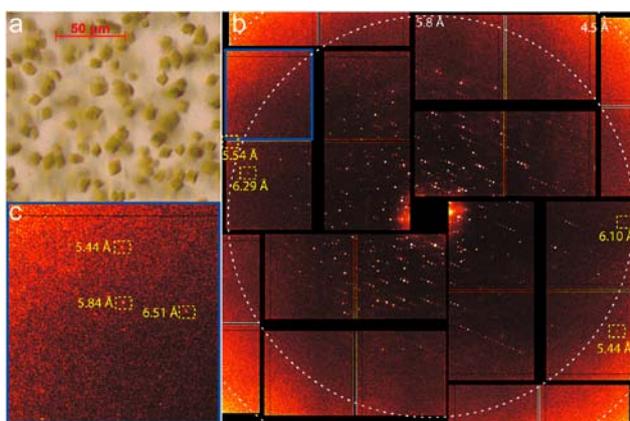
掺杂的铁原子键合氮原子，另一些人认为铁几乎没有什么作用，只是促进活性中心完全由氮形成。科学家通过对碳纳米管的原子级成像和光谱学分析，可视化证据清楚地说明铁原子和氮原子键合在一起。相关研究成果发表在《*Nature Nanotechnology*》上⁸。

冯瑞华 编译自：<http://news.stanford.edu/pr/2012/pr-unzipped-carbon-nanotubes-052712.html>

检索日期：2012年6月10日

光合系统 II 新发现有助于人工光合系统开发

地球上大部分的氧气是由光合系统II产生的，光合系统II的捕光复合物中的捕光蛋白捕捉太阳光子，在 Mn_4CaO_5 的催化作用下，通过一系列光驱动的电子传递反应使光能转化成化学能，同时氧化水分子，产生氧气。在这个过程中，水氧化物有5种不同的存在状态，即S0、S1、S2、S3、S4态（即S态循环）。以往的研究都是在低温条件下进行的，室温条件下的实验没有大的进展。美国劳伦斯



斯伯克利国家实验室Vittal Yachandra和同时就职于美国劳伦斯伯克利国家实验室与斯坦福直线加速器中心（SLAC）的Junko Yano领导的国际研究团队，首次获得室温下光合系统II的微晶体图像，为未来在室温下无损研究 Mn_4CaO_5 的结构，以及光合系统II的反应中间体的形成过程奠定了良好的基础。相关研究成果发表在《*Proceedings of the National Academy of Sciences*》上⁹。

王桂芳 编译自：

<http://newscenter.lbl.gov/feature-stories/2012/06/06/a-new-way-of-looking-at-photosystem-ii/>

检索日期：2012年6月10日

⁸ Yanguang Li, Wu Zhou, Hailiang Wang, et al. An oxygen reduction electrocatalyst based on carbon nanotube-graphene complexes. *Nature Nanotechnology*, 2012, 7(6): 394–400.

⁹ Jan Kern, Roberto Alonso-Mori, Julia Hellmich, et al. Room temperature femtosecond X-ray diffraction of photosystem II microcrystals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Published online before print June 4, 2012, doi: 10.1073/pnas.1204598109.

能源资源

美布鲁金斯学会评估技术变革对能源资源的影响

美国布鲁金斯学会 6 月份发布名为《天然气和石油供应的增加给能源政策带来的机遇和持续挑战》的报告指出，目前正处于新的开采技术发展带来能源领域重大变革时期，如水力压裂法用于开采页岩气。自 2007 年以来，“页岩气革命”使得美国天然气产量大幅增加，天然气为动力的能源价格已一落千丈。仅仅几年前，美国许多人还在关注北美天然气供应减少的前景，而目前必须考虑如何管理庞大的新储量。天然气革命的影响将是深远的，现在已成为关注焦点。

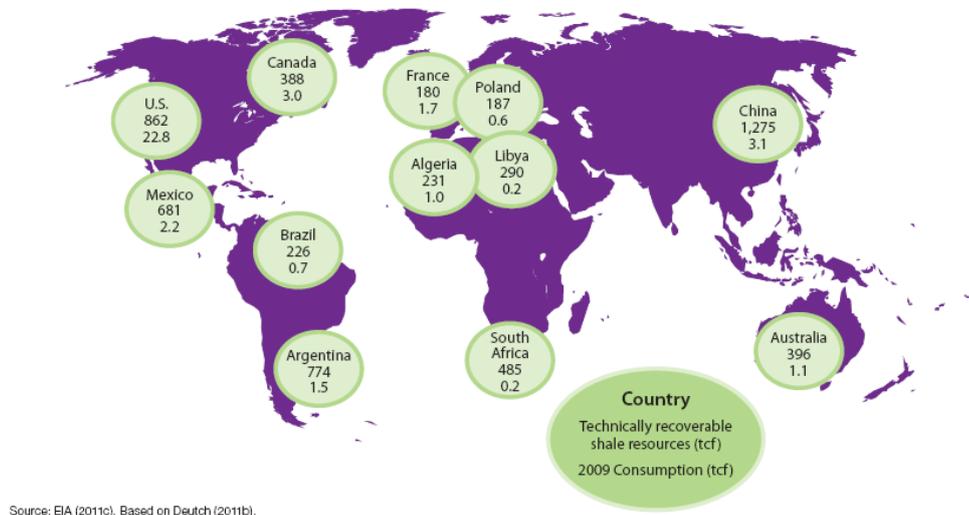


图 1 全球技术可采页岩气资源和 2009 年消费量（新的可采天然气储量的扩张是一种全球现象）

从积极的一面看，技术革命能够创造经济机会，减少企业和消费者的能源成本，使能源来源多样化，保障能源安全，有助于实现外交政策目标。但这些新技术也会带来许多新的问题。如水力压裂本身可能对当地社区空气和水的质量有显著的环境影响，这已引起不少质疑，佛蒙特州最近决定禁止水力压裂，纽约州则一直犹豫不决。此外，天然气价格较低，降低了对核能和减排新技术投资的经济激励。

报告最后提出了 5 项政策原则，以应对天然气和石油供应的大量增加：（1）合理定价能源生产和使用的社会成本；（2）资助新能源技术的基础研究、开发和示范；（3）制定更加高效的监管法规；（4）应对全球范围内的气候变化；（5）利用天然气和石油新发现所带来的经济机会，同时保护环境。

报告参见： http://www.brookings.edu/~media/research/files/papers/2012/6/13%20energy%20greenstone%20looney/06_energy-greenstone-looney.pdf。

金波 编译自： <http://www.brookings.edu/research/papers/2012/06/13-energy-greenstone-looney>

检索日期：2012 年 6 月 15 日

版权及合理使用声明

中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》（简称《快报》）遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法利益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途。未经中科院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中科院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中科院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其它单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与国家科学图书馆联系。

欢迎对中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》提出意见与建议。

中国科学院国家科学图书馆

National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》

《科学研究动态监测快报》(以下简称系列《快报》)是由中国科学院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中科院上海生命科学信息中心编辑出版的科技信息报道类半月快报刊物,由中国科学院基础科学局、资源环境科学与技术局、生命科学与生物技术局、高技术研究与发展局、规划战略局等中科院职能局、专业局或科技创新基地支持和指导,于2004年12月正式启动。每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责、系统集成的思路,对应院1+10科技创新基地,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象一是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;二是中科院所属研究所领导及相关科技战略研究专家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科技战略研究专家。系列《快报》内容力图恰当地兼顾好科技决策管理者与战略科学家的信息需求,报道各科学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、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》现分13个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《基础科学专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息科技专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100190)

联系人:冷伏海 王俊

电话:(010) 62538705、62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; wangj@mail.las.ac.cn

先进能源科技专辑

联系人:陈伟 李桂菊

电话:(027) 87199180

电子邮件:jiance@mail.whlib.ac.cn