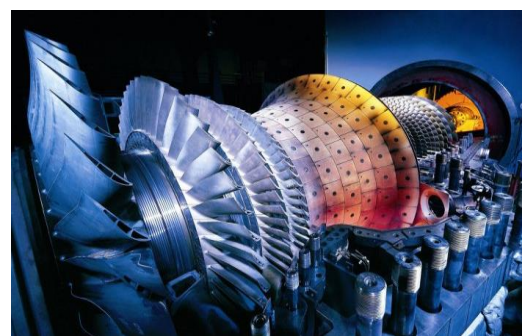


先进能源科技动态监测快报



本期重点

- IEA: 2016年OECD国家电力微弱增长 油气产量小幅下降
- IRENA: 到2030年俄罗斯可再生能源份额将翻两番
- IEA: 2016年全球新探明原油储量跌至历史新低
- 日本开展第二次天然气水合物海上生产试验
- 日本全背电极接触单晶硅异质结太阳能电池效率创26.3%新纪录
- 韩科学家在钙钛矿太阳能电池稳定性方面取得重大突破

主管: 中国科学院文献情报系统学科情报服务协调组

主办: 中国科学院武汉文献情报中心

中国科学院文献情报系统先进能源情报网简介

中国科学院文献情报系统先进能源情报网是在中国科学院文献情报系统学科情报服务协调组的整体组织和指导下，由中国科学院武汉文献情报中心牵头组建，联合中国科学院文献情报系统能源领域相关研究所，共同搭建的情报研究资源共享及协同服务的非营利性情报研究及服务团体。先进能源情报网将汇聚中科院文献情报系统内与领域相关的战略情报研究人员、学科情报人员、研究所科研管理人员、研究所文献情报人员，以及相关的管理和学科专家，通过“协同开展情报研究服务、组合共建情报产品体系、促进情报资源交流共享、提升整体情报保障能力”的工作方式，创新院所协同的情报研究和服务保障模式，促进情报资源的共享、情报需求和情报供给的对接、情报技术方法的合作开发，实现情报能力的扩散和提升,进而对中国科学院各个层面（院层面、所层面、项目团队层面及科研人员层面）的重要情报需求提供坚实保障。

先进能源情报网成员单位

成员单位	单位名称
组长单位	武汉文献情报中心
副组长单位 (排名不分先后)	合肥物质科学研究院 大连化学物理研究所 青岛生物能源与过程研究所 广州能源研究所
成员单位 (排名不分先后)	上海高等研究院 山西煤炭化学研究所 上海应用物理研究所 兰州近代物理研究所 广州地球化学研究所 过程工程研究所 电工研究所 工程热物理研究所

联系人: 赵晏强 zhaoyq@whlib.ac.cn

郭楷模 guokm@whlib.ac.cn

电 话: (027) 87197630

目 录

决策参考

IEA: 2016年OECD国家电力微弱增长 油气产量小幅下降.....2
IRENA: 到2030年俄罗斯可再生能源份额将翻两番4
World Bank: 实现2030年能源目标任重道远 亟需加大努力.....6

项目计划

DOE启动第三轮国家实验室与小企业合作研发项目.....8
日本开展第二次天然气水合物海上生产试验.....9

前沿与装备

日本全背电极接触单晶硅异质结太阳能电池效率创26.3%新纪录.. 10
韩科学家在钙钛矿太阳能电池稳定性方面取得重大突破..... 11
光辅助磷酸铁锂正极脱锂反应开辟自充电锂电池技术新途径..... 12
新型钨基复合催化剂助力氨气到氢气室温高效转化..... 12

能源资源

IEA: 2016年全球新探明原油储量跌至历史新低..... 13

本期概要

国际能源署 (IEA) 发布 2016 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显示, 2016 年 OECD 国家发电量同比小幅上涨 0.9%, 而石油和天然气产量则分别小幅下滑 1.7% 和 0.8%, 其中地热发电、太阳能发电和风力发电量合计增长了 8.4%, 而美国成为了油气产量下滑的主要诱因: 2016 年 OECD 国家发电量同比增长 0.9%, 其中地热能、风能以及太阳能等可再生能源发电量 (不包括可再生燃料发电) 显著增长了 9.5%, 水力发电量小幅增加 2.2%, 而火力发电 (包括煤炭、天然气、石油、可再生燃料以及其他可燃燃料) 和核电分别减少 0.2% 和 0.1%。受到 OECD 美洲国家原油产量下降的影响, 2016 年 OECD 国家原油总产量下滑了 1.7%。同期, OECD 国家天然气产量小幅下滑 0.7%, 主因是 OECD 美洲 (-1.2%) 和欧洲 (-0.6%) 地区国家产量下降。

国际可再生能源机构 (IRENA) 发布《俄罗斯可再生能源展望 2030》报告, 预计到 2030 年可再生能源在俄罗斯能源结构中的份额将翻两番, 从当前的 3% 增加到 11% 以上: 2010 年, 水电占俄罗斯可再生能源消费总量的 70%, 生物能源占其余 30% 中的大部分; 同年, 可再生能源占俄罗斯终端能源消费总量的 3.6%。截止 2015 年底, 俄罗斯可再生能源发电装机容量达到 53.5 GW, 约占发电装机总容量 (253 GW) 的 20%。考虑到可再生能源在俄罗斯能源结构中的加速部署情况, 报告预计到 2030 年, 可再生能源在终端能源消费中的占比将增加到 11.3%; 届时可再生能源在电力部门中的占比最高, 约为 30%; 在供热行业, 可再生能源的份额将增加至 15%。交通部门领域, 可再生能源的份额将从 2010 年的 1% 大幅增加到 2030 的 8%。到 2030 年, 俄罗斯陆上风电、光伏、生物质发电和水电装机容量预计将分别达到 23 GW、5 GW、26 GW 和 94 GW。2010-2030 年间, 可再生能源发电量将增长近三倍, 从 169 TWh 增加至 487 TWh。2010-2030 年间, 俄罗斯实现可再生能源在能源消耗总量中的目标占比所需的年均投资估计为 150 亿美元。到 2030 年可再生能源每年有望为俄罗斯节约高达 80 亿美元费用。

国际能源署 (IEA) 发布统计数据显示, 受国际油价长期低迷的影响, 石油公司大幅削减石油勘探的资金, 致使传统石油行业勘探活动大幅减少, 导致 2016 年新探明的原油储量下降至 24 亿桶, 创历史新低: 去年石油公司的原油开发活动也大量减少, 整个行业只有 47 亿桶原油是从新钻井项目中生产的, 这一数值较 2015 年下滑了 30%, 为 20 世纪 40 年代以来的最低水平。IEA 预计未来五年全球石油需求年均增速将达到 120 万桶/日, 而石油投资又出现长期的大幅下滑, 意味着需求很快将赶上供应。再加上短期内的低油价将导致原油投资在 2017 年进一步下降, 生产活动将会连续第三年减少, 市场将逐步转向供需平衡甚至供不应求。

日本钟化公司 Kenji Yamamoto 等人组成的研究团队利用工业兼容的晶硅电池制造新工艺, 制备了面积为 180 cm² 全背电极接触单晶硅异质结太阳电池: 大幅增强了电池的光吸收, 同时减少了串联电阻, 从而提升光电转换效率, 经德国弗劳恩霍夫协会太阳能系统研究所认证其转换效率高达 26.3%, 创造了单晶硅太阳电池新的世界记录。更为关键的是, 理论模拟结果显示, 通过进一步优化工艺, 该结构的晶硅太阳电池转换效率完全可以达到理论极限数值, 即 29.1%。

IEA：2016 年 OECD 国家电力微弱增长 油气产量小幅下降

4 月 12 日，国际能源署（IEA）发布了 2016 年经济合作与发展组织（OECD）国家电力¹、石油²和天然气³行业发展统计数据简报，显示 2016 年 OECD 国家发电量同比小幅上涨 0.9%，而石油和天然气产量分别小幅下滑 1.7% 和 0.8%，其中地热发电、太阳能发电和风力发电量合计增长了 8.4%，而美国成为了油气产量下滑的主要诱因。

1 OECD 国家发电量

2016 年 OECD 国家发电量同比增长 0.9%，其中地热能、风能以及太阳能等可再生能源发电量⁴（不包括可再生燃料发电）显著增长了 9.5%，水力发电量小幅增加 2.2%，而火力发电（包括煤炭、天然气、石油、可再生燃料以及其他可燃燃料）和核电分别减少 0.2% 和 0.1%，参见图 1。OECD 国家累计核能发电量达到 1873.6 TWh，同比下降了 0.1%，主要原因是 OECD 欧洲国家核能发电量下降，而该地区也是 OECD 唯一一个出现核能发电量缩减的地区。2016 年，OECD 国家可再生能源发电（不包括可再生燃料发电）占比从 2015 年的 21.6% 提高到 22.4%，而火力发电占比下降了 0.7 个百分点至 59.5%，核电占比则基本没有变化，维持在 18.1%。可再生能源发电比去年同期增长了 75.6 TWh，达到 873.9 TWh，主要增长来自 OECD 美洲（+22.5%）和亚太地区国家（+12.6%）。

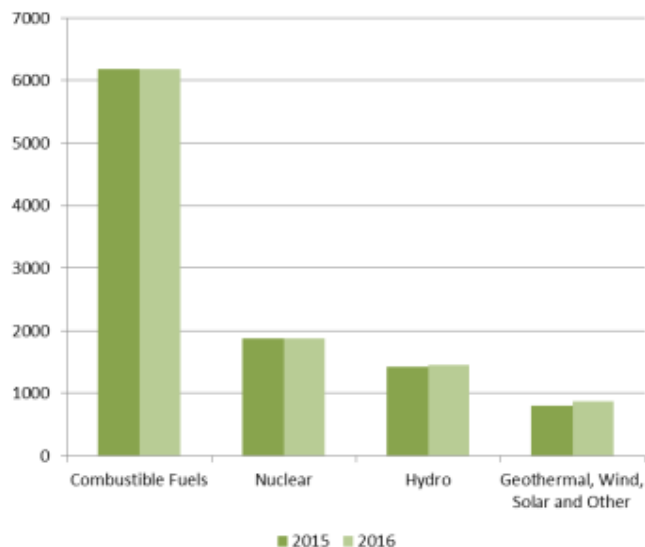


图 1 2015 年和 2016 年 OECD 国家发电细分行业对比（单位：太瓦时）

¹ Key OECD Electricity Trends 2016. http://www.iea.org/media/statistics/Keyelectricitytrends2016_.pdf

² Key OECD Oil Trends 2016. http://www.iea.org/media/statistics/Keyoiltrends_2016.pdf

³ Key OECD Gas Trends 2016. http://www.iea.org/media/statistics/Keygastrends_2016.pdf

⁴ 这里的可再生能源发电包括风力发电、太阳能发电、地热发电、海洋能发电等。

2 OECD 国家原油产量

受到 OECD 美洲国家原油量下降的影响，2016 年 OECD 国家原油总产量下滑了 1.7%。就 OECD 美洲国家而言，美国和墨西哥原油产量均大幅减少，前者减少 1700 万吨（-2.8%），后者减少了 600 万吨（-4.8%）；但加拿大产量却增长了 1.4%。同期，OECD 欧洲国家的原油产量同比增长 1.1%，主要驱动因素是挪威（+3%）和英国（5.1%）产量增加。2016 年 OECD 国家成品油进口量增长了 3.6%，其中 OECD 美洲国家和欧洲国家分别增长 5.3% 和 4.8%，而 OECD 亚太地区国家成品油进口量减少了 2.2%。

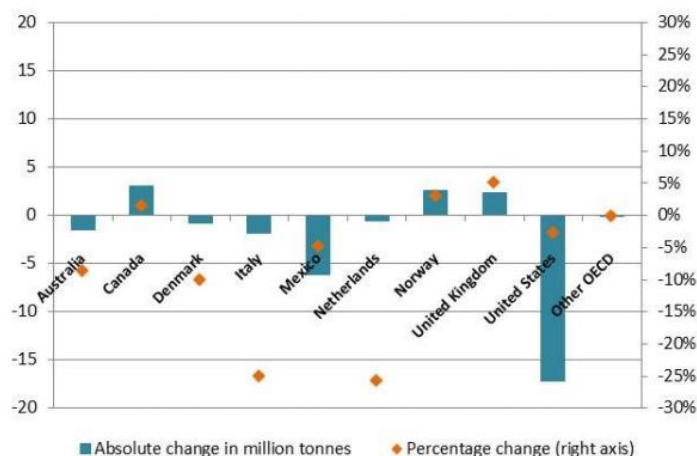


图 2 2016 年 OECD 国家原油产量相比 2015 年变化情况（单位：百万吨）

3 OECD 天然气产量

2016 年 OECD 国家天然气产量小幅下滑 0.7%，主要原因是 OECD 美洲（-1.2%）和欧洲（-0.6%）地区国家的产量下降。而同期，OECD 亚太地区国家产量强劲增长，其 2016 年天然气产量同比增长 4.3%。2016 年 OECD 国家天然气进口量同比增长了 3.9%，主要是由于 OECD 美洲国家（+11.7%）和欧洲国家（+3.8%）强劲的天然气发电和供暖需求，而 OECD 亚太地区国家天然气进口量下滑了 1.3%。

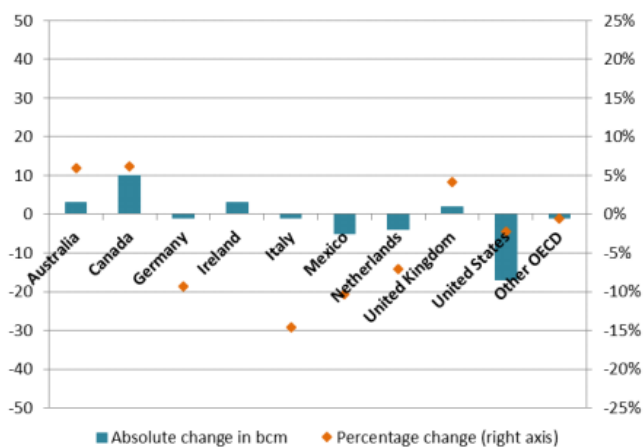


图 3 2016 年 OECD 国家天然气产量相比 2015 年变化情况（单位：十亿立方米）

（郭楷模）

IRENA: 到 2030 年俄罗斯可再生能源份额将翻两番

4 月 5 日，国际可再生能源机构（IRENA）发布《俄罗斯可再生能源展望 2030》报告⁵指出，到 2030 年可再生能源在俄罗斯能源结构中的份额将翻两番，即从当前的 3% 增加到 11% 以上。俄罗斯进一步开发丰富多样的可再生能源资源，有助于能源结构多样化，提高能源安全，降低偏远地区能源供应成本，促进经济增长和就业等经济目标实现。报告要点如下：

- 2010 年，俄罗斯电力部门使用的可再生能源以水电为主，而生物能源主要用于工业和建筑物（包括区域发电）的供热。2010 年，水电占可再生能源消费总量的 70%，生物能源占其余 30% 中的大部分。同年，可再生能源占俄罗斯终端能源消费总量（TFEC）的 3.6%。

- 截止 2015 年底，俄罗斯可再生能源发电装机容量达到 53.5 GW，约占发电装机总容量（253 GW）的 20%。其中，水电（51.5 GW）装机占比最大，其次是生物能源（1.35 GW），太阳能光伏和陆上风电的装机容量分别为 460 MW 和 111 MW。

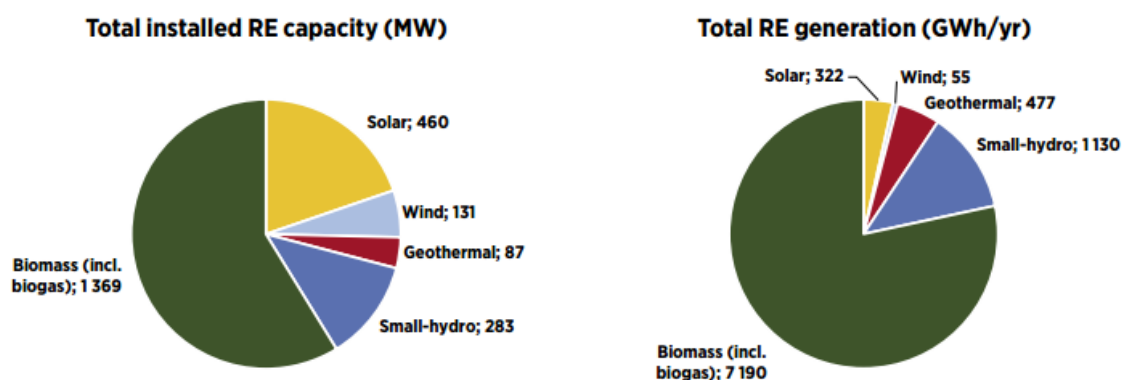


图 1 2015 年俄罗斯不同类型可再生能源新增装机容量和发电量情况

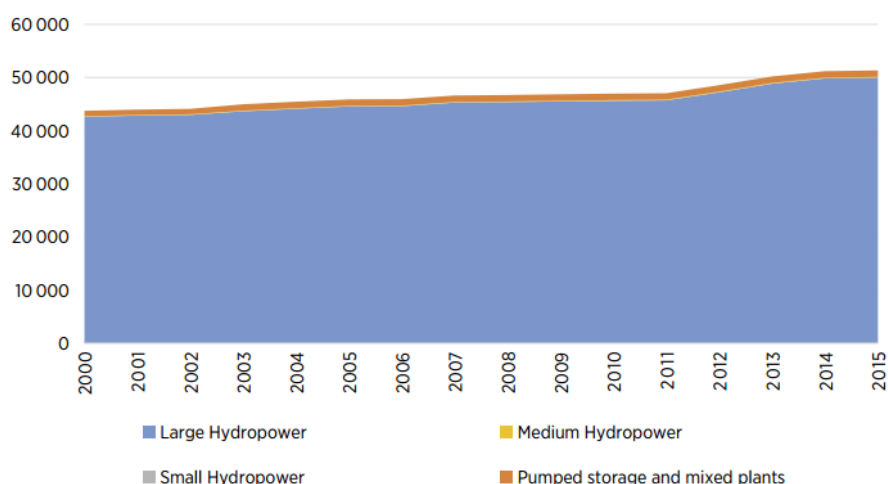


图 2 2000-2015 年各类型水力发电装机容量变化态势

- 为了加速提高可再生能源在俄罗斯能源结构中的占比，报告确定了四个主要

5 REMAP 2030 RENEWABLE ENERGY PROSPECTS FOR THE RUSSIAN FEDERATION.
http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REmap_Russia_paper_2017.pdf

驱动因素：经济活动和创造就业机会；科技发展；偏远地区的能源供应；以及改善环境质量。

- 在俄罗斯《能源战略 2035》草案中，已经详细预测了各部门能源使用情况。依据草案参考情景，到 2030 年俄罗斯终端能源消费中可再生能源份额预计为 4.9%，其中包括俄罗斯计划到 2024 年底将太阳能光伏、陆上风电和地热能装机容量扩大至 5.9 GW。在参考情景中，终端可再生能源使用量将从 2010 年的 6×10^{17} 焦耳增加到 2030 年的 1.1×10^{18} 焦耳，这一比例相当于 2030 年俄罗斯全国能源需求总量的 5%。参考情景中可再生能源的利用方式继续以水电为主，占有所有终端可再生能源使用量的一半以上。鉴于俄罗斯丰富的生物质能源，生物燃料在供暖和交通运输方面的市场份额较大，到 2030 年将占可再生能源的近一半。其他可再生能源（太阳能光伏、风能、地热能）占比 4%。

- 考虑到可再生能源在俄罗斯能源结构中的加速部署情况，报告预计到 2030 年，可再生能源在终端能源消费中占比将增加到 11.3%。届时可再生能源在电力部门中的占比最高，约为 30%。其中，水电约 20%，风电、太阳能光伏和地热发电占 10%。在供热行业，可再生能源的份额将增加至 15%。交通部门可再生能源的份额将从 2010 年的 1% 大幅增加到 2030 年的 8%。

- 到 2030 年，俄罗斯陆上风电、光伏、生物质发电和水电装机容量预计将分别达到 23 GW、5 GW、26 GW 和 94 GW。2010-2030 年间，可再生能源发电量将增长近三倍，从 169 TWh 增加至 487 TWh。其中包括出口到亚洲国家的 100 TWh（来源于水电和陆上风电 30 GW 装机容量）。

- 到 2030 年，生物能源总需求量达到 2.4×10^{18} 焦耳/年。相比之下，俄罗斯的总供应潜力从 2×10^{18} 焦耳增加到 1.4×10^{19} 焦耳。这将很大程度上取决于林业生物质原料可获得性。因此，确保能源作物和沼气原料的充足供应至关重要。到 2030 年，对它们的需求将达到其供应的极限。

- 2010-2030 年期间，俄罗斯实现可再生能源在能源消耗总量中的目标占比所需的年均投资估计为 150 亿美元。其中，130 亿美元用于可再生能源发电（不包括输电基础设施），其余 20 亿美元用于终端部门的可再生能源使用。

- 到 2030 年俄罗斯终端可再生能源的平均替代成本为 8.7 美元/千兆焦耳。该成本是从商业角度出发，折现率为 11%，假设原油价格为 80 美元/桶、天然气批发价格为 3.3 美元/百万英热单位。天然气将是电力和供热行业最主要的替代燃料。基于天然气低价格的假设，尽管偏远地区的太阳能光伏和陆上风电在经济上可行，但在 2030 年的批发市场将更加昂贵。如果低成本的生物质能源能用于发电，建筑和工业生产过程中的分布式供热到 2030 年将极具成本竞争力。

- 考虑到人类健康和气候变化相关的外部因素影响，到 2030 年可再生能源每年

有望为俄罗斯节约高达 80 亿美元费用。

- 若干领域需要进一步关注，包括：延续长期能源规划；将可再生能源纳入现有能源政策并有效实施；最大限度地减少太阳能光伏和风电的投资及市场壁垒，以加快其早期阶段的部署；以及为生物能源创造可靠和负担得起的市场条件。

（吴勘 郭楷模）

World Bank：实现 2030 年能源目标任重道远 亟需加大努力

4 月 3 日，世界银行（World Bank）和国际能源署（IEA）联合发布《全球跟踪框架：可持续能源进展 2017》报告指出⁶，按照目前的进展速度难以达到 2030 年全球电力普及、可再生能源占比和能源效率这三个既定目标（即到 2030 年普及电力和清洁炊事、将全球能效提高一倍、将全球能源结构中可再生能源占比提高一倍）。报告显示，普及电力的人口增长速度正在减缓，如果这一趋势得不到逆转，那么预计到 2030 年，全球电力普及程度仅能达到 91%，无法实现全球普及。

2014 年全球电力普及率达到 85.3%，较 2012 年水平微弱提升（图 1）；同年，全球清洁燃料在炊事领域的普及率为 57.4%，较 2012 年水平几乎没有提高。全球经济能源强度的下降步伐加快，2012-2014 年间年均能源强度下降率为 2.1%，与“人人享有可持续能源（SEforALL）”倡议目标（下降 2.6%）相近。2014 年，可再生能源在能源消耗总量中的比例攀升至 18.3%，继续保持 2010 年以来的明显上升趋势。尽管取得了一定的进展，但要实现 2030 年将其份额翻一番（36%）的目标，目前的进展还远远不够。

⁶ More Action Needed to Meet Energy Goals by 2030, New Report Finds.

<http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2017/04/03/more-action-needed-to-meet-energy-goals-by-2030-new-report-finds>

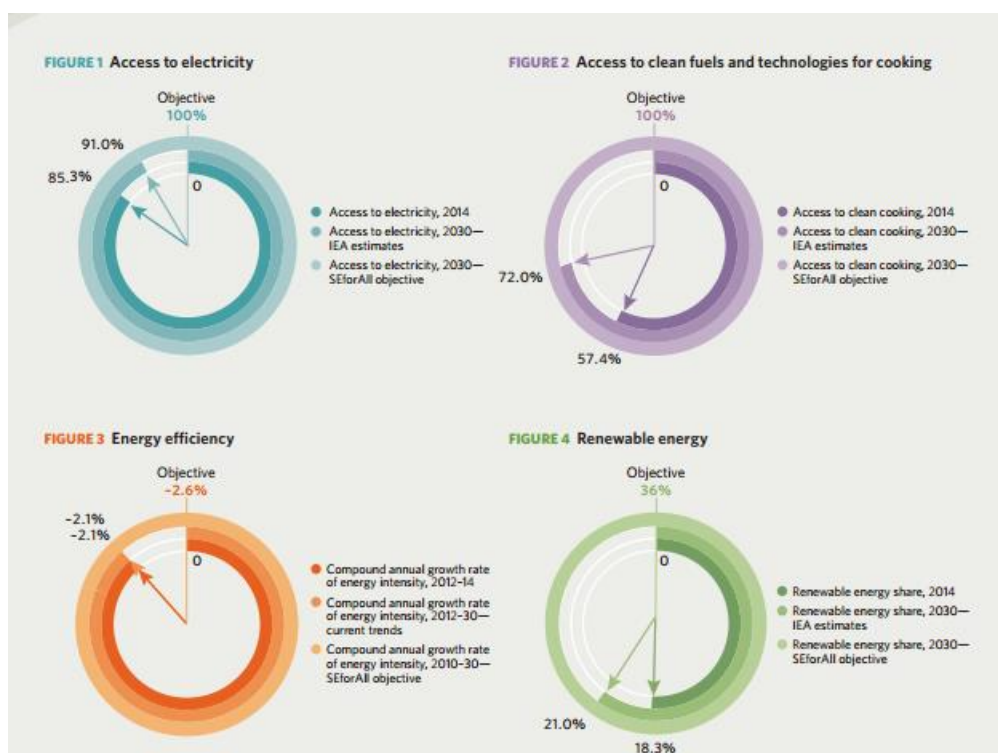


图 1 2014 和 2030 年电力普及率、炊事领域清洁燃料普及率、能效和可再生能源占比（其中 2030 年为 IEA 预测值以及“人人享有可持续能源”倡议目标值）

IEA 近期的全球能源模拟结果也证实了这样的观点，即使在考虑到 COP21（21 届联合国气候变化大会）之后做出的新政策承诺和有利的技术趋势，诸如太阳能光伏发电成本大幅下降，目前取得的成就也难以确保实现国际社会共同确定的 2030 年可持续能源目标。依据 IEA 的新政策情景，到 2030 年预计电力普及率最多可达 91%（图 1），炊事领域清洁燃料覆盖率预计将达到 72%，年均能源强度的下降率预计为 2.1%（低于 2030 年设定的 2.6% 的目标），可再生能源在能源消耗总量中的占比预计将达到 21%。

报告基于国家官方数据，对全球、国家和地区 2012-2014 年间三项全球可持续目标的进展情况追踪，并得出了以下四项主要结论：

（1）在电力普及方面，截至 2014 年全球仍有 10.6 亿人口过着没有电的生活，与 2012 年的境况相比改善程度不明显。特别令人关注的是，像安哥拉和刚果民主共和国这种人口众多、电力普及率低的国家，其通电率还出现不断下降的态势；而另一些电力普及率较低的国家（包括肯尼亚、马拉维、苏丹、乌干达、赞比亚以及卢旺达）则取得了较大的进展，每年的通电率提升 2%-3%；其他一些国家，如阿富汗和柬埔寨，则通过扩大离网太阳能使用也取得了快速的发展，反映了新技术进步的推动作用。电力普及差距逐渐缩小的国家也在教育、卫生、就业和经济增长方面取得改善。

（2）在清洁炊事方面，使用传统固体燃料进行炊事活动的人数较 2012 年水平

略有增加，达 30.4 亿人。其中阿富汗和尼日利亚清洁炊事普及率年均下降约 1 个百分点；而印度尼西亚则取得了长足的进步，其年均清洁炊事普及率增幅达到 8%；此外，越南和苏丹也取得了较大的进展。

(3) 在可再生能源方面，总体进展不大。虽然风能和太阳能新兴发电技术发展迅速，占 2013-2014 年新增可再生能源消费量的三分之一，但其成长基数较小，2012 年其占可再生能源消费总量比例仅为 4%。当前挑战在于如何提高可再生能源在交通运输和供热部门的应用。

(4) 在能源效率方面，澳大利亚、中国、意大利、墨西哥、尼日利亚、俄罗斯和英国等 20 个最大能源消费国的能源强度年均降幅都在 2% 以上，尤以工业部门的下降幅度最大。展望未来，居民住宅领域的能耗将日益增大，因此该领域的节能工作必须作为能效改善工作的重点。

报告最后强调，如果想要让清洁、可负担和可靠的能源成为现实，就必须制定合适的政策来推动实现能源目标的行动落实。这就要求各国的决策者在提供能源和清洁炊事、提高能效和利用可再生能源方面采取更有目的性、紧急的行动来达到 2030 年能源目标。为了达到“人人享有可持续能源”的目标，IEA 估计可再生能源投资还需要增加 2-3 倍，能效投资需要增加 3-6 倍，而要达到 2030 年普及能源的目标则投资还需要增加 5 倍。

(吴勘 郭楷模)

项目计划

DOE 启动第三轮国家实验室与小企业合作研发项目

4 月 21 日，美国能源部 (DOE) 宣布将在“小企业优先权试点”计划下启动新一轮合作研发项目⁷，即资助 8 个国家实验室与全美遴选出的 38 个中小企业开展 9 个技术领域的合作研发，旨在给予这些企业获取美国国家实验室专业技术资源的优先权利，以公私合作的方式推动清洁能源技术研发的突破，克服先进能源产品商业化进程中面临的关键技术挑战，维持和强化美国在清洁能源技术领域的全球领导地位。参与本轮项目合作的 8 个国家实验室分别为：阿贡国家实验室、爱达荷国家实验室、劳伦斯伯克利国家实验室、国家可再生能源实验室、橡树岭国家实验室、西北太平洋国家实验室、桑迪亚国家实验室和萨凡纳河国家实验室。本轮开展的 9 个技术领域的合作研发具体内容如下：

先进制造业：11 个项目将专注于提高制造业工艺水平，包括开发高效合金生

⁷ Energy Department Announces New National Laboratory Collaborations with 38 Small Businesses.
<https://energy.gov/articles/energy-department-announces-new-national-laboratory-collaborations-38-small-businesses>

产方式、热交换器微通道、半导体、超紫外光材料、纳米晶体和锂离子电池等，验证其新制造工艺可行性，帮助其克服技术障碍实现新生产方式规模化，提高现有制造工艺的效率。

生物能源：5 个项目将重点推进生物燃料、可再生生物质、水热法热解液体和其他燃料、化学品制造技术研发，以提高美国生物经济化工技术。

建筑物：3 个项目将侧重于开发更有效的商业制冷系统、先进的城市能源管理模型工具和更加经济的热流计量器以协助市政当局追踪其能源消耗。

燃料电池：2 个项目将着重关注低压储氢系统的设计和性能分析，并测试低摩擦、低损耗的多用途旋转磁轮车轮密封装置。2 个国家实验室将参与到该项目。

地热：1 个项目，即在位于 Raft River 流域的地热发电厂嵌入一个太阳能置顶循环过程。

太阳能：5 个项目将专注于进一步改善太阳能技术，包括：通过创建先进的模型软件、改善光伏面板对天气的适应性、量化采集的太阳能数据、开发高效的储能系统等。

汽车技术：4 个项目将致力于推进车辆技术，包括：创建电动汽车充电站、验证并量化不同的镁元素提取技术、提高锂离子电池的效率，提高原料转化为合成油转换效率。

水电：4 个项目将重点致力于改进水电站建模和效率、改进和检测鱼雷涡轮机、并审查污水处理厂新的管道项目。

风电：3 个项目将重点放在优化风电场性能，包括：延长风机寿命、建造更高塔架的方法。

“小企业优先权试点”项目是能源部能效与可再生能源局“技术到市场”计划的一部分，于 2015 年正式启动，旨在加强国家实验室和私营企业的合作，消除新能源技术市场化过程中面临的障碍和挑战。DOE 在 2016 财年已资助了 1500 万美元用于前两轮合作研究项目，包括 12 个 DOE 国家实验室和 76 个中小企业参与，2017 年将向该项目再资助 1200 万美元。

（郭楷模）

日本开展第二次天然气水合物海上生产试验

4 月 7 日，日本经济产业省宣布于 4-6 月开展“第二次天然气水合物海上生产试验”⁸，由日本国家油气金属公司（JOGMEC）和日本甲烷水合物作业公司（JMC）携手，采用“地球号”深水钻井船在日本渥美半岛和志摩半岛海域的第二渥美海丘实施，旨在研发技术措施来解决第一轮测试时出现的出砂控制、气水分离与监测等

⁸ 第 2 回メタンハイドレート海洋産出試験に着手しました。
<http://www.meti.go.jp/press/2017/04/20170410003/20170410003.html>

方面的问题，钻探 2 口生产井实现海上天然气水合物连续 3-4 周的生产，以验证技术措施的有效性，加速推进天然气水合物商业化生产。

日本政府于 2001 年启动了天然气水合物研究开发计划，目的是进行地球物理勘探，研究天然气水合物物理性质，识别赋存地层、地质产状及分布，最后通过钻探来评价日本海岸天然气水合物开发潜力以及作为非常规资源开发的可行性。2013 年 1-3 月，日本进行了第一次天然气水合物海上生产试验，由日本国家油气金属公司（JOGMEC）和日本石油勘探公司（JAPEX）在渥美半岛和志摩半岛海域的第二渥美丘实施，采用减压法，实现了连续 6 天生产、日均产量高达两万立方米，累计采出 12 万立方米甲烷气体，是全球首次通过在海底分解“天然气水合物”取得天然气。

（郭楷模）

前沿与装备

日本全背电极接触单晶硅异质结太阳能电池效率创 26.3% 新纪录

晶硅太阳能电池是目前技术最为成熟、市场占有率最高的太阳能电池，但其高昂的制造成本一定程度上阻碍了其大规模的商业化应用，因此急需技术突破来寻找高转换效率和低成本之间的平衡，即进一步提升晶硅电池效率使其达到甚至突破其理论极限就显得意义重大。日本钟化公司 Kenji Yamamoto 等人组成的研究团队利用工业兼容的晶硅电池制造新工艺，制备了面积为 180 cm² 全背电极接触单晶硅异质结（HJ-IBC）太阳能电池，新方法增强了电池的光吸收，同时减少了串联电阻，从而提升光电转换效率，经德国弗劳恩霍夫协会太阳能系统研究所认证其效率高达 26.3%，创造了单晶硅太阳能电池新的世界记录（原记录为 25.6%，电池面积为 144 cm²）。研究人员首先利用等离子体增强化学沉积法（PECVD）在 N 型晶体硅入射面（即正面）沉积一层无定型的硅薄膜，随后再沉积一层抗反射涂层增强电池的光吸收、减少反射损失；另一方面通过刻蚀方法在电池的底部（即背面）制备了相互交叉的正负电极，从而减小电池的串联电阻和载流子复合，增大电池电流。室温下，在一个标准太阳光照射下，基于该新工艺的 HJ-IBC 太阳能电池电路电流达到 42.3 mA cm⁻²，开路电压为 0.744V，填充因子高达 83.8%，最终获得了高达 26.3% 的光电转换效率，刷新了单晶硅太阳能电池的世界纪录。更为关键的是，理论模拟结果显示，通过进一步优化工艺，该结构的晶硅太阳能电池转换效率完全可以达到理论极限数值，即 29.1%，为实现太阳能发电高效转换、降低成本的目标打开了一扇新大门。该项研究利用全

新的制备工艺制造了全背接触异质结晶硅太阳能电池，不仅提高了电池的光吸收特性，同时减小了串联电阻，抑制了电池的载流子复合，从而使得光电转换效率突破 26%，为制备高效晶硅太阳能电池开辟了新路径。相关研究工作发表在《*Nature Energy*》⁹。

(郭楷模)

韩科学家在钙钛矿太阳能电池稳定性方面取得重大突破

钙钛矿太阳能电池具有低成本、高效率和可溶液处理的简单制备工艺等优点，成为近年来太阳能电池研究领域的热点和前沿，但稳定性问题成为了该电池技术走向商业化应用的一大障碍。韩国蔚山科技大学 Sang Il Seok 教授课题组牵头的国际联合研究团队制备了全新的镧 (La) 元素掺杂的锡酸钡 (BaSnO_3 , BSO) 钙钛矿材料，作为电子传输层应用于钙钛矿太阳能电池，使得效率和稳定性同时得到提高，尤其是稳定性，其在连续光照 1000 小时情况下，仍然能够保持初始效率的 93%，创造了钙钛矿电池稳定性新记录。研究人员首先按一定比例将氯化钡、氯化锡、硝酸镧、双氧水溶于乙二醇甲醚当中，形成过氧化物-分子团簇溶胶凝胶，随后通过旋涂法在导电玻璃 FTO 表面制备了 La 掺杂的锡酸钡 (LSBO) 钙钛矿薄膜并经过 200°C 退火结晶。X 射线衍射谱表征结果显示，LSBO 晶相结构与 BSO 一样，为纯相立方结构。研究人员指出，该 LSBO 之所以能够在 200°C 低温下实现良好的结晶，是因为在配制过氧化物-分子团簇溶胶凝胶过程中已经形成了预结晶的 LSBO。扫描电镜测试显示，该 LSBO 薄膜由纳米颗粒组成，且均匀致密地覆盖在导电玻璃 FTO 上，有助于减少载流子的界面复合损失。接着，研究人员将其作为电极，替代传统的二氧化钛 (TiO_2) 电极作为电子传输层 (ETL) 应用到钙钛矿电池中，并进行电流-电压测试。结果显示，基于 LSBO 电极钙钛矿电池短路电流为 23.4 mA cm^{-2} ，开路电压为 1.12V，填充因子达到 81.3%，光电转换效率超过 20%，达到了 21.3%，全面优于基于传统 TiO_2 电极的钙钛矿电池。更为关键的是，LSBO 电极钙钛矿电池在一个标准的模拟太阳光下连续照射 1000 小时后，仍可维持初始效率的 93.3%，展现出极其优异的稳定性，是迄今为止文献报道的稳定性最佳的钙钛矿电池。该项研究非常新颖地配制了过氧化物-分子团簇溶胶凝胶，一方面大幅降低了锡酸钡钙钛矿结晶温度，降低了制备的成本和功耗；同时引入镧元素，改善材料的电子结构，增强了材料的稳定性，从而保证了电池诸多关键性能获得了突破（尤其是稳定性），实现了成本低、效率高和稳定性高的钙钛矿太阳能电池制备，加速推动了钙钛矿电池的商业化进程。相关研究工作发表在《*Science*》¹⁰。

(郭楷模)

⁹ Kunta Yoshikawa, Hayato Kawasaki, Wataru Yoshida, et al. Silicon heterojunction solar cell with interdigitated back contacts for a photoconversion efficiency over 26%. *Nature Energy*, 2017, 2: 17302.

¹⁰ Seong Sik Shin, Eun Joo Yeom, Woon Seok Yang, et al. Colloidally prepared La-doped BaSnO_3 electrodes for efficient, photostable perovskite solar cells. *Science*, 2017, DOI: 10.1126/science.aam6620

光辅助磷酸铁锂正极脱锂反应开辟自充电锂电池技术新途径

开发大容量新型储能电池来满足移动设备对大容量、长续航的电池要求是电池领域的研究热点。麦吉尔大学 George P. Demopoulos 教授课题组联合魁北克电力公司的研究人员研究一种能够利用光获取和储存能量的自充电电池，并取得重大进展。研究人员将染料敏化太阳电池中的 N719 染料（一种钌系染料）与锂正极磷酸铁锂（ LiFePO_4 , LFP）材料相结合，制备了光辅助复合正极，与金属锂负极和六氟磷酸锂（ LiPF_6 ）电解质组成电池。通过模拟标准化的锂离子电池充电过程，研究光辅助对电池充电的影响，研究发现在双电极电池系统中，由于 N719 染料在光照下产生电子-空穴对，空穴能够氧化正极 LFP 纳米晶体，也即使其在光照下直接发生氧化，从而发生脱锂反应；N719 染料在光照射下产生电子则会与锂金属负极表面的固态电解质膜（SEI）反应，使其还原溶解。在放电时，大多数 SEI 膜溶解，并且通过反复的光电充电和恒电流放电循环发生材料重构，LFP 的光辅助脱锂在恒电流放电时可逆，产生的放电电流至少是 LFP 理论容量值的两倍。该项研究结果为推进光驱动充电锂离子电池的设计提供了科学依据，下一步研究团队将致力制备出光驱动自充电锂离子电池原型，以为未来实现该电池技术商业化奠定基础。相关研究工作发表在《*Nature Communications*》¹¹。

（罗卫 郭楷模）

新型钌基复合催化剂助力氨气到氢气室温高效转化

氨气是一种理想的无碳氢源，但传统的氨气分解制氢气需要在高温高压环境下进行，功耗高、条件苛刻，不利于规模化生产。因此开发出一种高效催化剂能够在温和条件下实现氨气的高效分解制氢显得意义重大。日本大分大学研究人员研发了最新的酸性钌基复合催化剂 $\text{RuO}_2 / \text{g-Al}_2\text{O}_3$ ，通过将氨气和氧气在室温下（无须外加热源）暴露于该酸性催化剂下实现了高效产氢气。反应前， $\text{RuO}_2 / \text{g-Al}_2\text{O}_3$ 在惰性气氛（He）和 300°C 的条件下被除去吸附在催化剂表面的 CO_2 和 H_2O ，使催化剂表面形成氨气吸附的位点（Lewis 酸位点）。反应过程中，由于氨气在 $\text{RuO}_2 / \text{g-Al}_2\text{O}_3$ 上的吸附是放热的，因此氨气和氧气一旦与 $\text{RuO}_2 / \text{g-Al}_2\text{O}_3$ 接触，催化剂床便迅速被加热至催化氨气自燃温度（ $>300^\circ\text{C}$ ），吸附在催化剂表面的氨气迅速发生吸热燃烧和放热氧化反应分解为大量氢气。差示量热计与容积气体吸附分析表征结果证明，催化剂中大量热量的演变与氨气化学吸附在 RuO_2 和 $\text{g-Al}_2\text{O}_3$ 上的酸性位点以及氨气在多个氨气分子的物理吸附有关。反应 5 分钟后，气相产物的形成速率趋于稳定，30 分钟后氧气被完全消耗，此时氨气的转化率高达 96%，氢气产率高达 64%，接近理

¹¹ Andrea Paoletta, Cyril Faure, Giovanni Bertoni, et al. Light-assisted delithiation of lithium iron phosphate nanocrystals towards photo-rechargeable lithium ion batteries. *Nature Communications*, 2017; 8: 14643.

论计算最大氢气产率 67%，说明该反应为氨气和氧气化学计量比为 4:1 的反应。并且产物中没有检测出中间物种 NO_x ，因为 Ru 可在氢气气氛中将还原 NO_x 为 N_2 。在室温下，氨和 O_2 在催化剂作用下即可产生氢气、氮气和水蒸气，这个过程既不需要外部能源也不需要任何使用复杂的程序。该项研究表明催化剂可通过吸附反应物分子进行自加热，这一新颖的策略可实现温和条件下氨气分解产氢以及其他反应。此外，通过这种方法产生的热量可用于许多需要快速启动的设备的高效内部加热，有助于推动化学和能源等学科的发展。相关研究工作发表在《*Science Advances*》¹²。

(朱好婷 郭楷模)

能源资源

IEA：2016 年全球新探明原油储量跌至历史新低

4 月 27 日，国际能源署（IEA）发布统计数据显示¹³，受国际油价长期低迷的影响，石油公司大幅削减石油勘探的资金，加之页岩油之外的传统原油钻井新项目数量也降到 70 年来的最低水平，致使 2016 年新探明的原油储量下降至 24 亿桶，远低于过去 15 年间的平均每年探明 90 亿桶的水平，创历史新低。与此同时，去年石油公司的原油开发活动也大量减少，整个行业只有 47 亿桶原油是从新钻井项目中生产的，这一数值较 2015 年下滑了 30%，为 20 世纪 40 年代以来的最低水平。

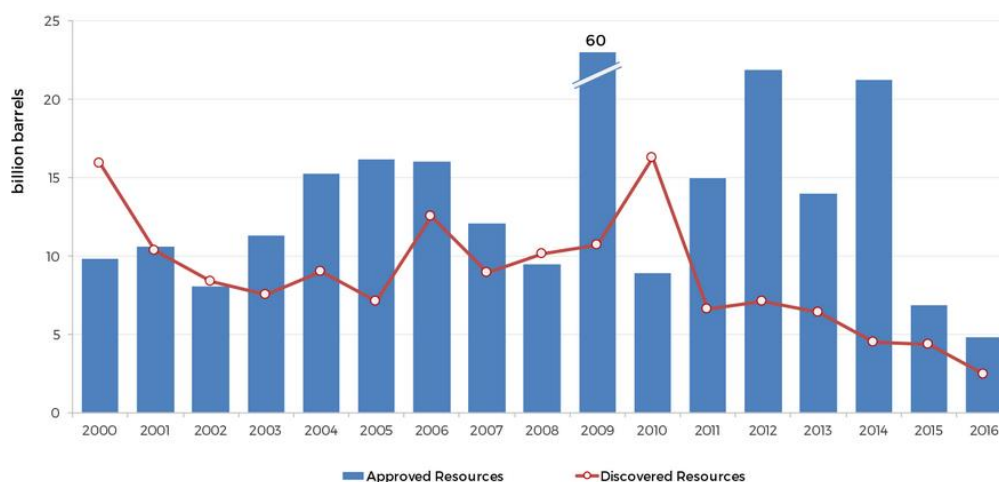


图 1 2010-2016 年全球原油新探明储量和批准原油项目变化态势

¹² Katsutoshi Nagaoka, Takaaki Eboshi, Yuma Takeishi, et al. Carbon-free H_2 production from ammonia triggered at room temperature with an acidic $\text{RuO}_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ catalyst. *Science Advances*, 2017; 3 (4): e1602747.

¹³ Global oil discoveries and new projects fell to historic lows in 2016.

<http://www.iea.org/newsroom/news/2017/april/global-oil-discoveries-and-new-projects-fell-to-historic-lows-in-2016.html>

油价长期走低致使传统石油行业勘探活动大幅减少，导致新探明的储量减少，意味着未来的石油供应有可能趋紧。而一些主要生产国地缘政治风险加剧，如委内瑞拉，又引发了全球能源供应安全问题的额外担忧。

传统石油行业的衰退与美国页岩油产业的强劲势头形成对比。相比于传统原油项目高成本、长回报周期，页岩油花费成本较低，且资金回收周期短和风险低的特性仍使其在如今的油价环境中广受欢迎。

2014年后，随着页岩油成本大幅下滑50%，该行业的投资便大幅回升。美国页岩油产量的增长已经成为平衡传统石油行业勘探活动低迷的一个重要因素。尽管如此，页岩油对全球原油市场的结构性影响还是较弱的。因为统计数据显示，全球原油产量为8900万桶/日，其中全美页岩油行业的产量为650万桶/日，仅占全球市场供给总量的7%；与之相比，传统原油每天的产量高达6900万桶，在市场上占统治地位。其余原油供应来自天然气凝析液和非常规油源如油砂和重油。

IEA预计未来五年全球石油需求年均增速将达到120万桶/日，而石油投资又出现长期的大幅下滑，意味着需求很快将赶上供应。再加上短期内的低油价将导致原油投资在2017年进一步下降，生产活动将会连续第三年减少，市场将逐步转向供需平衡甚至供不应求。

石油市场未来的关键在于：美国页岩油供应的增长以缓解其他原油供应源的减少还能持续多久。美国的页岩产业成本已经大幅下降，在许多情况下甚至比传统石油项目更具价格竞争力。例如，德克萨斯州二叠纪盆地的平均盈亏平衡价格现在为40-45美元/桶。以当前的价格水平为标准，IEA预计美国页岩油产量将在2022年上涨至230万桶/日，如果价格进一步上涨，产量则会进一步扩大。

（郭楷模）

中国科学院武汉先进能源科技战略情报研究中心

中国科学院武汉先进能源科技战略情报研究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，历年来承担和参与了多项国家级、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：中国科学院武汉先进能源科技战略情报研究中心

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@whlib.ac.cn

微信公众号：CASEnergy

