

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2009 年 11 月 30 日 第 22 期（总第 109 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

决策参考

IEA发布风能技术路线图	1
IEA发布电动汽车技术路线图	2
美国电气化联盟公布《电气化交通路线图》	3
欧电联发布 2050 欧洲电力分析报告	4
多项研究警示全球石油峰值风险	7

中国研究

REN21 发布《提高中国可再生能源政策效力建议书》	8
----------------------------------	---

项目计划

美国与日本就清洁能源技术合作达成协议	10
英国公布能源规划草案	10
美国投资 6.2 亿美元资助智能电网和储能项目	11
美国投资 9800 万美元建造试验设施支持下一代风机设计	12

能源装备

通用电气公司推出升级版 7FA型燃气轮机	13
西门子能源公司完成SGT5-8000H燃气轮机试运行	13
西门子为美国提供最新煤气化技术	14

科研前沿

“自组装”方法研制薄膜太阳电池	15
新纳米线有望产生高效太阳电池	16
太阳能循环利用CO ₂ 制燃料装置	17
利用CO ₂ 提高气化工艺效率	18
美国研究改进卫星电力推进系统	19
碳纳米管缺陷可用于改进充电与储能系统	20

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: 2009 年 11 月 30 日

本期概要:

能源装备是能源工业的关键组成部分,能源领域的国际竞争在某种意义上也是能源装备的竞争:谁掌握了能源技术装备的高端,谁就拥有了开发利用能源产业的主动权。《快报》从本期开始新设了“能源装备”栏目,报道国际能源技术装备领域的最新进展。

国际能源署继去年在《能源技术展望 2008》中提出 17 种能源技术路线图后,近两个月来又开始陆续公布了一些领域的技术路线图专项研究成果,继《碳封存技术路线图》(《快报》第 19 期报道)后,最近又连续发布了《风能技术路线图》和《EV 与 PHEV 技术路线图》,巧合的是,美国企业界发起成立的电气化联盟也于本月中公布了《电气化交通路线图》,均看好电动汽车的未来前景,但都强调需要在国家政策的积极支持和不懈的研发努力;另外,两者在研究方法上既有共通之处,也各具独到之处,值得在路线图的研究和制定过程中加以参考。

决策参考

IEA 发布风能技术路线图

国际能源署(IEA)11 月下旬发布了面向 2050 年的《风能技术路线图》,阐释了在整个风能供应链上必须实施的任务,从陆上和近海风场高效获取风能到将可靠、具有成本效益的电力传输给消费者。

这份报告的主要结论包括:

(1) 到 2050 年,风电将占到全球电力供应量的 12%,装机容量达到 2016 GW,年均减排 2.8 Gt 当量。不存在根本性障碍妨碍这些目标的实现。

(2) 为达成上述目标,在 2010-2050 年期间,将需要投资约 3.2 万亿美元(2.2 万亿欧元)。今后 40 年内,每年将需要新增 47 GW,而 2008 年这一数字为 27 GW;年均投资将较 2008 年增长 75%,从 518 亿美元(352 亿欧元)增加到 810 亿美元(550 亿欧元)。

(3) 风能是一种全球性可再生能源资源,但如今的市场领导者仅限于 OECD 成员国和中国、印度,到 2030 年非 OECD 国家的风电份额将占到全球总量的约 17%,到 2050 年上升到 57%。

(4) 陆上风能技术已经得到验证。风电在具有丰富风力资源的地区和需要计入碳价格的市场环境中将具有一定竞争力。风力发电的成本范围在 70 美元/MWh 到 130 美元/MWh(50 欧元-90 欧元)之间。

(5) 由于技术进步、部署与经济规模的扩大等原因,到 2050 年风电投资成本

有望降低 23%。在完全具有竞争力之前，还需要继续实行过渡期的支持以鼓励扩大部署。

(6) 近海风能技术为实现商业化将进一步发展。目前近海风场的投资成本是陆上风场的 2 倍，尽管其风力资源可能比陆上风场高出 50%以上。路线图预计到 2050 年近海风场的投资成本将降低 38%。

(7) 为确保风电的高市场渗透性能够实现，电力系统和市场的灵活性必须得到加强并最终扩大化。灵活性包括灵活发电、储能和需求响应等，更大、更稳固的电力市场、智能电网技术以及在系统调度中使用输出预测等措施将能够极大地加强灵活性。

(8) 为获得公众支持和减轻社会-环境关切，需要改进技术以评估、最小化和减轻风电的社会和环境影响与风险，还需要对风能的价值和在实现气候目标与保护水、空气和土壤质量方面所起的有益作用进行大力宣传。

报告还提出了未来 10 年需要采取的关键行动：

(1) 设立长期目标，需要可预测的基于市场的机制加以支持，以推动投资，同时致力于降低成本；建立合适的碳定价机制。

(2) 考虑到其他电力系统的需求和土地/海洋的竞争性使用，需要促进规划新的电站以吸引投资。

(3) 指定领导机构来协调推动输电基础设施的规划；制定激励措施来建造输电设施；评估电力系统的灵活性。

(4) 通过提高有关风电益处（如减排、供应可靠性和经济增长等）和对额外输电设施需求的公众认知度，增强风电的社会接受程度。

(5) 与发展中国家交换最佳实践经验；对风电部署的瓶颈问题进行目的性开发融资；在发展中地区进一步开发碳融资方案。

《风能技术路线图》下载地址：http://www.iea.org/Papers/2009/Wind_Roadmap.pdf

陈伟 编译自：http://www.iea.org/papers/2009/Wind_Roadmap.pdf

http://www.iea.org/papers/2009/Wind_Roadmap_targets_viewing.pdf

检索时间：2009 年 11 月 30 日

IEA 发布电动汽车技术路线图

国际能源署 11 月发布了面向 2050 年的《EV 与 PHEV 技术路线图》，首次详细提出了这两种类型电动汽车的演化市场发展情景，指出下一个十年将是电动汽车发展的关键时期，并总结了一整套政府、汽车工业、公用电力事业机构及其他有关各方近期所应采取的行动。

路线图提出的 EV 和 PHEV 的发展愿景是到 2050 年实现其大范围应用，共占全

球轻型车辆销售额的 50%以上，从目前仅数千辆的年产量到 2050 年达到 1 亿辆。

路线图确定了实现这一愿景的战略目标和需要采取的步骤，并描绘了有关各方的角色和合作机会，指出政府政策能够支持宏大愿景的实现。

路线图中指出未来 5-10 年内，没有政策的强力支持，电动汽车难以取得成功，主要表现在与内燃机动力车辆成本竞争、充电设施网络的建立以及公用电力事业机构的支持上。

路线图中目标包括：由政府推动扩大销售目标(2020 年产量至少达到 500 万辆)；根据 EV 和 PHEV 的差异制定其性能评价方式；促进研发与示范 (RD&D)，将电池成本从当前的 800 美元/kWh 降低到 2020 年的 300-400 美元/kWh；到中期在先进储能研究项目的支持下，使下一代储能技术进入市场，特别是近中期应密切关注锂和稀土金属资源供应的保障；发展充电基础设施，其中的关键是了解 EV 和 PHEV 的数量对日电力需求、发电和容量的影响，汽车与电网接口的标准化，避免妨碍创新的过度监管。

《EV 与 PHEV 技术路线图》下载地址：http://www.iea.org/papers/2009/EV_PHEV_Roadmap.pdf

张 军 编译自：http://www.iea.org/papers/2009/EV_PHEV_Roadmap.pdf

检索时间：2009 年 11 月 18 日

美国电气化联盟公布《电气化交通路线图》

11 月 16 日，由日产汽车公司、NRG 能源公司、A123 公司和联邦快递公司等十三家企业共同发起成立的电气化联盟（Electrification Coalition）在华盛顿成立，并同时发布了《电气化交通路线图》。

电气化联盟的定位是无党派、非营利组织，致力于推动电动汽车的大规模应用。这份路线图的副标题是“变革交通体系，实现能源安全”，其中详述了交通系统对石油依赖的危害性，描绘了交通电气化带来的利益，同时分析了电动汽车面临的挑战并提出了政府可相应采取的具体政策措施，涉及电池与汽车、充电设施、电力接口和消费者等方面。

路线图中分析，美国实现电气化交通的优势在于电力来源的多样化且基于国内；电价稳定；电力容量充裕；电力基础网络非常成熟；里程成本低于汽油。

路线图提出了电气化交通两阶段发展目标：2010-2013 年，通过政府对消费者和公用事业机构的专项补贴，以及公共充电网络的建立等措施，使美国 6-8 个城市电动汽车保有量达到 70 万辆；2014-2018 年，电动汽车保有量达到 700 万辆，并扩展到 20-25 个城市。在汽车种类上，前期以 PHEV 为主并逐步过渡到纯电动汽车。

路线图提出的 2040 年远景目标是美国电动汽车占轻型汽车总行驶里程的 75%，

使轻型汽车的石油消耗减少 75%，原油进口量降至零。

路线图中提出了“电气化生态系统”概念，指具备了电气化交通体系所有要素的地理区域。

《电气化交通路线图》下载地址：<http://electrificationcoalition.org/535928473533888957466293/EC-Roadmap-screen.pdf>

张 军 编译自：<http://electrificationcoalition.org/electrification-roadmap.php?success;>

检索时间：2009 年 11 月 18 日

欧电联发布 2050 欧洲电力分析报告

近日，欧洲电力工业联盟（Eurelectric）发布了题为《电力选择：2050 年欧洲实现碳中和电力体系的路径》报告，指出通过决策者、消费者以及能源企业共同采取若干措施，欧洲电力市场有望到 2050 年实现碳中和。今年 3 月，占据了欧盟电力市场份额 70% 以上的主要电力公司的领导人签署了共同声明，承诺到本世纪中叶电力市场将实现碳中和，欧电联发布该报告也是用来检验如何使上述愿景成真。该项研究使用了 PRIMES 能源模型来检验 2050 年情景（这一模型也被欧盟委员会用于能源情景研究），并由雅典理工学院 Pantelis Capros 教授带领的团队开展计算。德国专业电力杂志《VGB PowerTech》为其提供电厂投资与发电数据。

这一研究为 1990-2050 年间欧盟 27 国能源市场设定了两种情景。基准情景假定继续遵循现行的能源政策，这意味着到 2020 年后仍将延续现行的欧盟减排目标，核能在某些国家将被淘汰，到 2050 年电力将不会成为主要的道路运输燃料。

而电力选择情景设定了欧盟经济体减排 75% 的目标，旨在基于一个整体能源市场实现最佳电力发电组合。在这一情景中，决策者将气候行动作为优先考虑，并建立一个国际化碳市场确定 CO₂ 价格，应用到所有经济部门，确保实现排放成本的内部化；能效同样作为最高优先级，在需求侧由特定政策和规范加以推行，从而降低整体能源需求。相比于基准情景，电力成为主要的运输燃料，如 plug-in 混合动力车和电动车将广泛应用。

研究结果显示，遵循电力选择情景设定的政策，电力在欧盟能源构成中将占据更大的份额，但发电量比基准情景高不了多少，电力部门的 CO₂ 排放量将降至 1.28 亿吨。相比于基准情景，电力选择情景的一次能源需求量将降低 22%，终端需求降低 30%，能源进口量降低 40%，而能源成本尽管起初会有所升高，从占 GDP 的 11% 提高到 12%，但到 2050 年会降至 GDP 的 9% 以下。

报告给出的政策建议包括：

- （1）在需求侧需要从直接使用化石燃料转变到高效电力系统和技術；
- （2）建立国际碳市场，实现所有主要部门将其温室气体排放成本内部化；

(3) 积极推动达成应对气候变化国际协议；

(4) 确保政府当局在能效方面起到引领作用，制定规范和激励措施以帮助消费者选择高能效技术；

(5) 通过确保在以下几个领域的充分投资，实现利用所有低碳技术方案：大规模使用可再生能源、尽早部署碳捕获与封存（CCS）技术（必须在 2020 年前进行试验和验证）、新建核电站、智能电网、普遍提高经济和社会各方面的能效；

(6) 鼓励公众接受现代能源基础设施，特别是电网、陆上风电以及CO₂封存场址等，并简化建造这些基础设施的许可程序；

(7) 确保需要认识到各欧盟成员国的技术部署成本高低不等以及分配效果大相径庭；

(8) 推动道路交通和取暖制冷电气化。

11 月 23 日，欧洲电力工业联盟（Eurelectric）发布了截至 2007 年欧盟 27 国电力装机容量和发电量构成的最新统计数据。从装机容量看，2007 年欧盟 27 国电力装机总容量为 794.9 GW（图 1）。与 2006 年相比，可再生能源发电装机容量增长率最快，达到 13%（新增 8.8 GW），大部分是陆上和近海风电以及太阳能发电等。2007 年可再生能源发电装机容量约为 77 GW，占到近 10%；而化石燃料发电装机容量的增长量最大，新增约 18 GW 投入运行，其增长率为 4%，2007 年化石燃料发电装机容量为 442 GW，占到约 56%；核电和水电的装机容量分别为 133 GW 和 140 GW，分别占到约 17%和 18%。近 10 年来，可再生能源电力装机容量的增长速度也是最快的，从 2000 到 2007 年增长了 250%以上，而同时期内化石燃料电力装机容量仅增长了 13%。

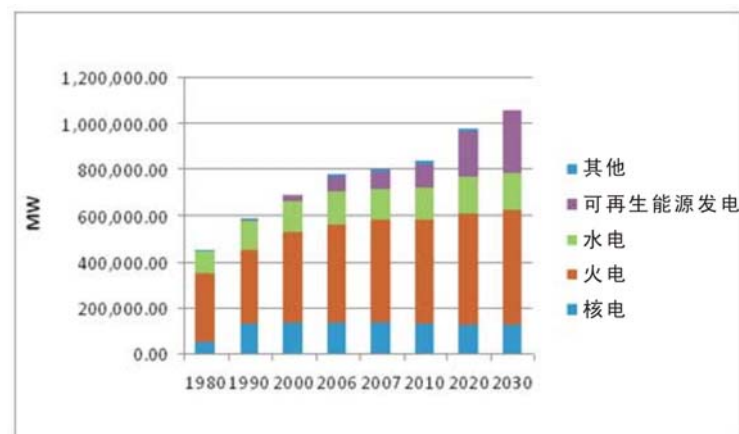


图 1 1980-2007 年欧盟 27 国电力装机构成及到 2030 年预测

可再生能源电力装机容量构成中，自 20 世纪 80 年代后期以来，风电开始飞速增长，到 2007 年已占到可再生能源电力总装机容量的约 72%，未来预计份额还将提高；生物质和废弃物发电占到约 16%；太阳能发电占到 6%；沼气发电占到 4%；地热发电及其他技术等占到 2%（图 2）。

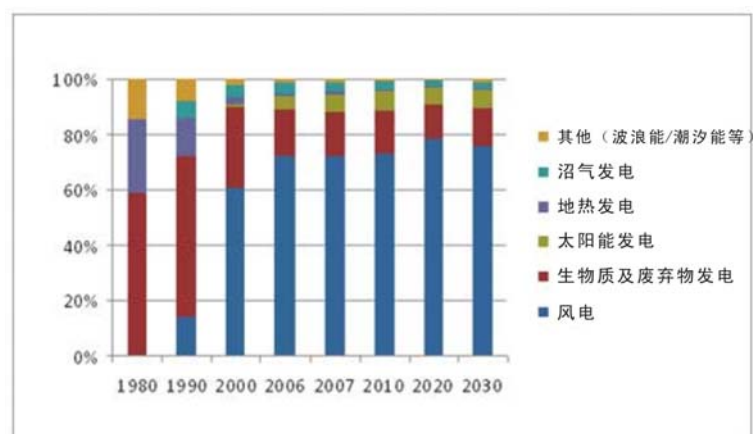


图 2 1980-2007 年欧盟 27 国可再生能源电力装机构成及到 2030 年预测

化石能源电力装机容量构成中，燃煤发电占到约一半的份额；天然气发电占到 39%；燃油发电占到约 11%。过去近 20 年来，天然气电力装机容量增长显著，预计这一趋势未来还将持续（图 3）。

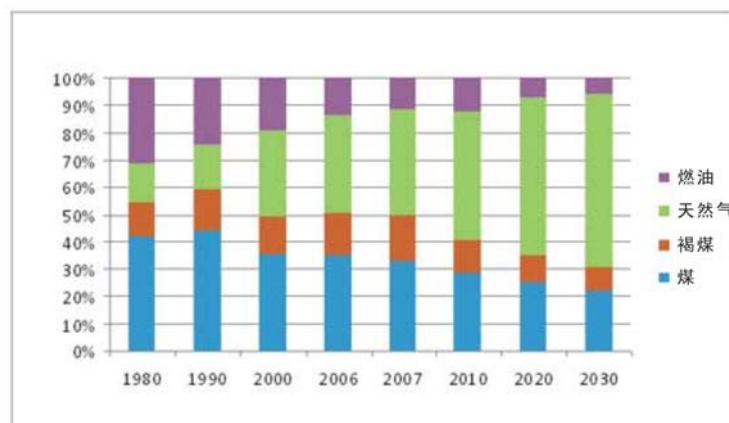


图 3 1980-2007 年欧盟 27 国化石能源电力装机构成及到 2030 年预测

根据欧盟设定的具有法律约束力的目标：到 2020 年可再生能源要占能源构成的 20%，这意味着约 34% 的电力要来自于可再生能源。但最新的进展报告显示，欧盟很有可能无法达到 2010 年可再生能源发电占 21% 的目标，预计届时这一数字将为 19%。

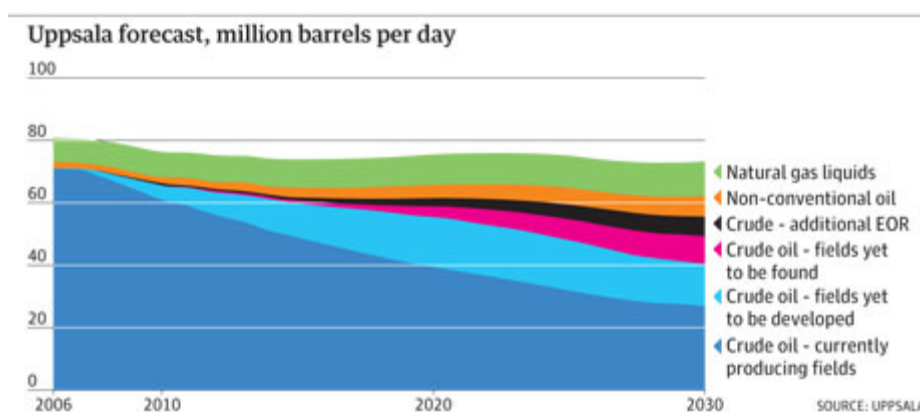
陈 伟 编译自：<http://www2.eurelectric.org/Content/Default.asp?PageID=947;>
<http://www.euractiv.com/en/energy/enforcement-eu-renewables-law-faltering/article-181863>
[http://www.eurelectric.org/PowerChoices2050/;](http://www.eurelectric.org/PowerChoices2050/)
<http://www.energia.fi/fi/kvasiat/jarjestot/eurelectric/pathways%20to%20carbon-neutral%20electricity%20in%20europe%20by%202050.html>

检索时间：2009 年 11 月 25 日

多项研究警示全球石油峰值风险

石油峰值是一个老生常谈的话题，尽管 IEA 最新公布的《世界能源展望 2009》对石油资源的评估持相对乐观态度，但也有一些研究显示情况比预期严重的多。

根据瑞典乌普萨拉大学最新研究报告《石油峰值时代》(The Peak of the Oil Age)得出的结果，到 2030 年世界可用的石油仅有每天 7500 万桶，而 IEA 的预测为 1.05 亿桶，最近预测的数据更高达 1.2 亿桶，并认为石油峰值将在 2020 年到来，而乌普萨拉大学研究人员认为在那之前石油峰值就会到来。



瑞典乌普萨拉大学预测的石油峰值风险

英国能源研究中心 (UKERC) 最近发布《全球石油枯竭报告》¹ (本刊第 19 期报道) 中也提出了石油峰值可能在 2020 年之前就会到来的“巨大风险”。

另外，早在 2005 年公布《赫希报告》(2005 Hirsch Report) 中强调需要数十年时间来改造石油基础设施。

根据上述研究，英国石油峰值与能源安全工作组 (UK Industry Taskforce on Peak Oil and Energy Security) 于 11 月 10 日向英国政府提交了一份建议书，呼吁政府迫切需要对所轻视的石油短缺会造成的潜在威胁和影响进行再评估，该小组质疑国际能源署 (IEA) 对未来石油工业的预测，认为美国的政治压力影响了 IEA 对未来石油储量和产量数据的分析，并希望政府应对石油峰值风险进行适当评估，并有必要为预防原油价格突然上涨造成的经济混乱做好准备。

BP 公司和其他一些机构认为未来 40 年石油资源依然丰富。但是美国 Hess 石油公司创始人 John Hes 也认为如果不迅速采取行动，就会出现全球“破坏性的石油危机”。Hess 认为如果以美国为首的消费国制定新的汽车和能效标准，那么每天就可以节省 500 万桶石油以维持未来 10 年的供应。

背景：英国石油峰值与能源安全工业界特别小组是包括 Virgin 和 Yahoo 等运营

¹ UKERC. 2009-10-08. The Global Oil Depletion Report.
<http://www.ukerc.ac.uk/support/tiki-index.php?page=Global+Oil+Depletion>

商在内的一所行业机构,其他成员包括苏格兰南部能源公司(Scottish and Southern Energy)、Stagecoach、交通运输公司(the transport group)、Arup 和土木工程顾问(civil engineering consultancy)。

李桂菊 编译自: [http://www.guardian.co.uk/business/2009/nov/15/oil-](http://www.guardian.co.uk/business/2009/nov/15/oil-industry-peak-oil-projections)

[industry-peak-oil-projections](http://www.guardian.co.uk/business/2009/nov/15/oil-industry-peak-oil-projections)

检索日期: 2009 年 11 月 16 日

中国研究

REN21 发布《提高中国可再生能源政策效力建议书》

21 世纪可再生能源政策网络(REN21)日前发布了《提高中国可再生能源政策效力建议书》(Recommendations for Improving the Effectiveness of Renewable Energy Policies in China),此报告是REN21 与中国可再生能源产业协会(CREIA)及各研究机构和私营部门的技术专家合作的成果,给我国近年来蓬勃发展的可再生能源领域构建了一个参考体系。

该报告通过分析我国可再生能源政策和技术的发展态势及影响,为我国可再生能源领域的发展现状和未来展望提供了数据分析和政策建议。

该报告主要分为三大部分,分析了我国可再生能源的发展现状、面临的挑战以及发展建议。报告认为,目前中国可再生能源发展态势良好但也面临多重困难和挑战,其中包括电网系统建设、能源政策效力、技术人才缺乏、太阳能光伏电池产业对国外市场过分依赖等问题。报告还提出了解决这些问题可参考的途径。

REN21 同时还发布了《中国可再生能源现状报告 2009》(Chinese Renewables Status Report 2009),《建议书》正是建立在此数据基础之上,该报告对我国风能、太阳能、生物质能、液体燃料、生物气及氢能从资源、经济潜力、发展现状及目标、政策、标准、研发、投资及产业化趋势等各方面进行了全方位分析。

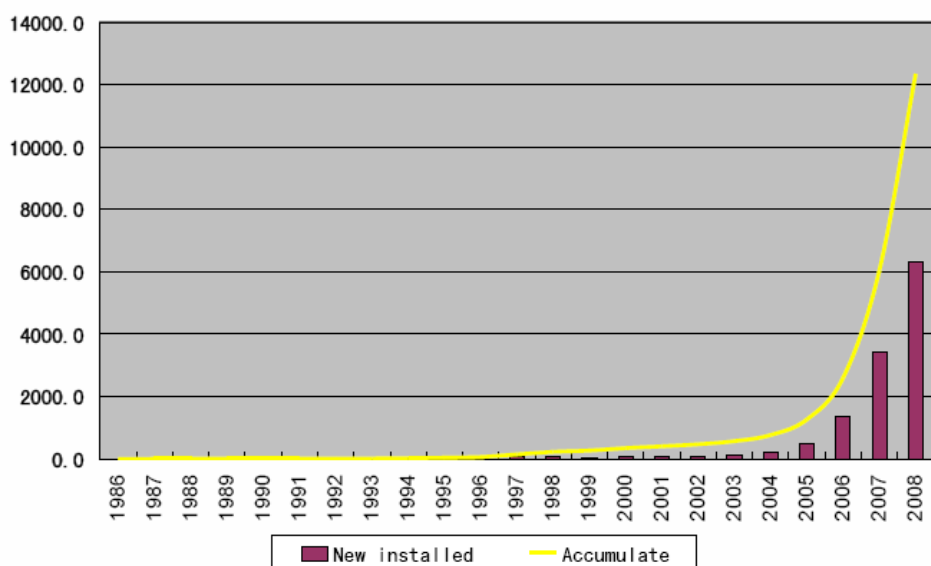


图 1 1986-2008 年中国风电装机量发展态势（单位：MW）

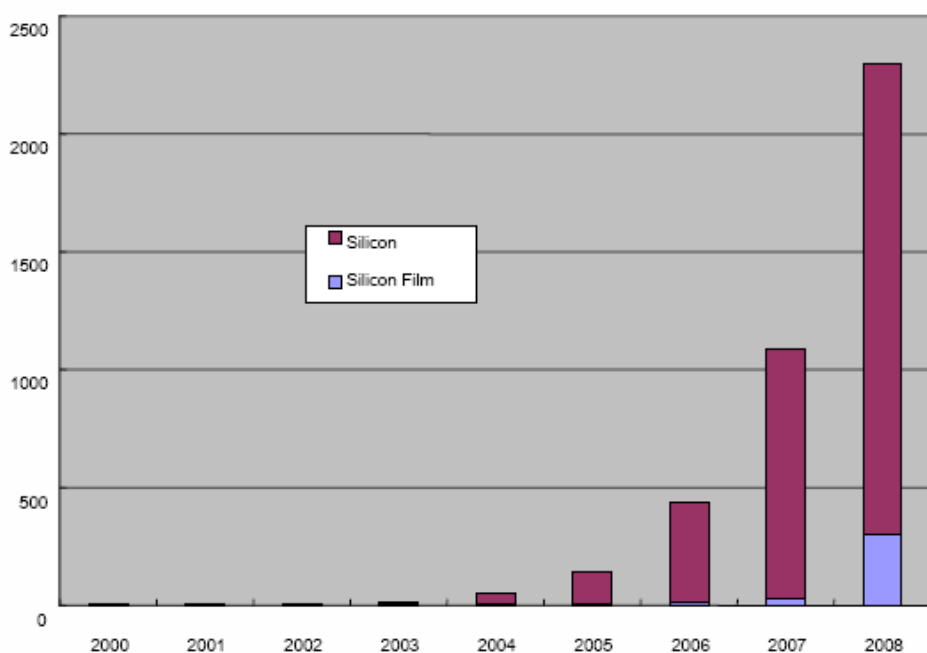


图 2 2000—2008 年中国硅太阳能电池产量发展态势（单位：MW）

建议书下载地址: http://www.ren21.net/pdf/Recommendations_for_RE_Policies_in_China.pdf

《中国可再生能源现状报告 2009》下载地址: http://www.ren21.net/pdf/Background_Paper_Chinese_Renewables_Status_Report_2009.pdf

金波 编译自: <http://www.ren21.net/news/news38.asp>

检索时间: 2009 年 11 月 16 日

项目计划

美国与日本就清洁能源技术合作达成协议

美国总统奥巴马与日本首相鸠山由纪夫于 11 月 13 日会晤时就扩大两国能源科技研究与发展合作达成共识，并宣布将在下述领域开展联合行动以加强双边合作：

- 加强两国国家实验室之间的合作，包括研发，信息、知识交换，研究人员之间的交流等；

- 建立联合工作组评估正在冲绳和夏威夷进行的微电网等清洁能源项目；

- 加强在智能电网领域的合作，包括示范项目和标准制定方面信息和经验的交流；

- 开展碳捕获与封存建模、测试以及风险预测和减缓方面的数据共享，开发新的捕获方式、模拟工具和监控模式；

- 加强包括先进燃料循环和抗震技术等方面的核能合作；

- 加强基础研究、可再生能源、节能建筑和下一代交通工具方面的合作研究、开发与部署活动；

- 在能源相关的多边框架下紧密合作，包括奥巴马倡导的主要经济体能源与气候论坛（MEF）、国际能源署（IEA）、亚太清洁发展与气候伙伴关系计划（APP）、能源效率合作国际伙伴关系计划（IPEEC）、国际可再生能源署（IRENA），特别是亚太经合组织（APEC）。

美国能源部与日本经济产业省已联合制订了清洁能源技术行动计划，详见：
http://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/global_warming/e20091113a02.html。

张 军 编译自：http://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/global_warming/e20091113a01.html；<http://www.whitehouse.gov/the-press-office/fact-sheet-us-japan-cooperation-clean-energy-technologies>

检索日期：2009 年 11 月 16 日

英国公布能源规划草案

11 月 9 日，英国能源与气候变化部公布了能源规划草案，旨在为英国能源系统改革确立方向，以满足国家低碳能源结构需求。

能源基础设施

能源规划草案在制定了国家能源政策的同时，对英国基础设施规划委员会在能源基础设施项目审批方面做出规定。草案包含了针对特定能源基础设施建设的特别说明，其中包括：化石燃料电力设施、可再生能源电力设施、天然气供应和石油天

然气管道、电网以及核电设施等六大类。

新建核电站

经过 3 年多的争论和研究，英国政府最后决定：重启核能发展计划。英国能源和气候变化大臣 Ed Miliband 解释说，核能、可再生能源和洁净煤是英国未来能源“三位一体”的选择。发展核能可以确保英国的能源安全，降低对进口石油和天然气的依赖。

在新建核电站方面，能源规划草案针对新建核电站提出了详细要求。在已提交的 11 个备选新核电站方案中有 10 个获得批准（如右图）。但是，该规划同时也指出有关核废料的处置和存放等问题属于新核电站自行考虑范围之内，政府不再负责。

洁净煤

能源规划草案同时还规定了一项雄心勃勃的发展洁净煤的新政策：

（1）新建燃煤电站必须具备碳捕获和封存（CCS）措施

由即日起，所有新建燃煤电站获批必须要证明其具有完整的 CCS 设施（捕获、运输和封存），且电站最初规模至少在 300 MW 以上。

建造 4 个商业规模的 CCS 示范工厂，包括燃烧前和燃烧后捕获技术，将由一个新的 CCS 激励基金资助。

（2）长期目标—过渡到洁净煤

英国政府希望 2025 年完成示范工厂的 CCS 改进，同时 CCS 激励基金能为他们的改造提供资金支持。

将启动一项滚动审查程序，计划在 2018 年出具报告，以考虑是否需要新的监管和财政措施以进一步推动发展洁净煤。倘若 CCS 最终不能成为一种可行的技术选择，适当的调整煤炭发电厂排放管理办法将是必要的。

金 波 编译自：<http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/news/pn130/pn130.aspx>

检索时间：2009 年 11 月 16 日

美国投资 6.2 亿美元资助智能电网和储能项目

11 月 24 日，美国能源部长朱棣文宣布投资 6.2 亿美元资助先进智能电网技术示范项目和综合系统，共资助 32 个示范项目，包括大规模的储能、智能电表、输配电系统监控设备及一系列其他智能化技术，这些将会成为在更广的范围部署综合智能电网的范例。资金来自《美国经济恢复和再投资法案》，私营部门将匹配 10 亿美元，总计超过 16 亿美元。

这次公布的示范项目将有助于证明智能技术在技术和商业上的可行性以及智能电网在全国范围的应用。资助项目分为两个主题领域。第一个领域共资助 16 个项目，投资 4.35 亿美元，主要支持 21 个州的全集成、区域性智能电网。参与方包括 50 余

家公用事业公司和电力企业。项目包括可以允许电网的不同部分实现实时“对话”的现代通信技术；帮助电网管理人员监控的传感器和控制设备；智能电表和室内系统；多种形式的储能技术；可再生能源并网等。

第二个领域共资助 16 个项目，投资 1.85 亿美元，主要资助实用规模的储能项目，以加强电网的可靠性和效率，同时减少对新建电厂的需求。这些储能技术有助于扩大可再生能源的整合规模，包括先进电池系统（包括液流电池）、飞轮储能、压缩空气储能系统等。

项目详情参见：http://www.energy.gov/news2009/documents2009/SG_Demo_Project_List_11.24.09.pdf

金波 编译自：<http://www.energy.gov/news2009/8305.htm>

检索时间：2009 年 11 月 25 日

美国投资 9800 万美元建造试验设施支持下一代风机设计

11 月 23 日，美国能源部宣布向南卡罗来纳州 Clemson 大学领导的团队资助 4500 万美元用于开发新的风能试验设施，能够加强实用规模风机的性能、耐用性和可靠性。联邦资助资金来自于《美国经济恢复与再投资法案》，Clemson 大学修复研究所及其合作伙伴将就此项目匹配 5300 万美元，建造和运行风机传动试验设施。项目总投资将达到 9800 万美元。

大型风机传动试验设施将使得美国能够在国内扩大开发和测试大规模风机传动系统。风机尺寸随着每一代风机的发展而不断扩大，以至于发展速度已经超过了美国现有的风机传动试验设施的能力范围。新的试验设施将最终能够提高美国风能技术的竞争力、降低消费者的能源成本，并保持风能系统部署的快速增长。

风机试验设施将能够进行 5-15 MW 风机先进传动系统的全规模高度加速寿命速试验，过载能力为 30%。这些台架试验对于示范风机设计是否符合规范、降低风机成本、确保产品投资以及减少大规模生产部署后的技术与经济风险是十分必要的。设施占地约 82 264 平方英尺，将于明年一季度开始规划和建设，旨在到 2012 年投入运行。设施将以商业模式的非营利机构形式运行，为风机制造商提供试验。

陈伟 编译自：<http://www.energy.gov/news2009/8303.htm>；
<http://www.renewableenergyfocus.com/view/5466/us-funds-us98m-to-support-nextgeneration-of-wind-turbine-designs/>

检索时间：2009 年 11 月 25 日

通用电气公司推出升级版 7FA 型燃气轮机

GE 能源公司最近推出了其升级的 Frame7FA 燃气轮机，旨在利用下一代燃气轮机技术来提高输出和效率，以满足日益增长的发电厂运营性能要求。升级后的燃气轮机发电利用更少的燃料，可以帮助发电厂运营商减少总成本和对环境的影响。

和早前 7FA 级等效发电厂净输出相比，使用两个升级版 7FA 燃气轮机和一台蒸汽轮机的联合循环发电厂能够节约超过 210 万美元的成本（天然气价格为 \$6/MMBtu 的情况下）。此外，升级发电厂每年能够减少 1.9 万吨排放。

很多公司已经对这种新型燃气轮机技术进行了评估。第一批新型 7FA 轮机有些计划在加州奥克利发电厂进行试用。这座发电厂的预计装机容量为 586 MW，由 Radback 能源公司负责开发，投入商业运行后将交付太平洋煤气与电力公司。

新轮机设计是通用电气公司“绿色创想”（ecomagination）投资计划的组成部分，和早期 7FA 轮机机型相比，新升级的 7FA 轮机在净发电效率和输出方面均有所提高，因此单元发电能耗也有所降低，污染排放物也更少。

采用升级版 60Hz 7FA 轮机的主要地区包括北美、拉美、沙特阿拉伯、日本、台湾和韩国。升级后的 7FA 将在 2012 年初开始销售，在南卡罗莱纳州 Greenville 通用能源公司燃气轮机厂制造。

背景：燃气轮机技术对天然气行业的发展起着重要的支持作用。美国科罗拉多矿业学院最近一份报告指出，美国现有 1800 万亿立方英尺的天然气资源，相当于 3200 亿桶石油当量，比沙特阿拉伯的石油储量 2640 亿桶还要多。天然气可利用的供应量加上当前成本较低，还有天然气的碳排放低于其他化石燃料，这些因素促使很多发电厂考虑从其他燃料转向天然气发电。

李桂菊 编译自：http://www.gepower.com/about/press/en/2009_press/102709.htm

检索日期：2009 年 11 月 26 日

西门子能源公司完成 SGT5-8000H 燃气轮机试运行

西门子能源公司在 Irsching 4#发电站按计划成功完成了世界上功率最大的燃气轮机 SGT5-8000H 的试运行。

经过 1500 个小时的运行，满负荷达到 1200 小时，而且燃气轮机单循环的输出功率从原来的额定值 340 MW 提高到 375 MW。在联合循环运行输出将增加 40 MW，输出超过 570 MW。

发电厂的下一个目标是扩建成联合循环发电厂。到 2011 年，E.ON 公司将接管

这座具有环境效益的化石燃料电站。

凭借其能源效率和高性能水平，这种新燃气轮机可以帮助联合循环发电厂每年大约减少 4.5 万吨的排放。

发展高效的燃气轮机是西门子公司环保投资组合计划的组成部分，这部分投资使西门子公司 2008 财年盈利接近 190 亿欧元，相当于西门子公司总收入的四分之一，同时保持西门子作为提供生态友好型技术的世界领先供应商。

背景：西门子能源部是全球领先的能源电力设备供应商，提供包括发电、输电和配电以及油气开采、转化和运输方面等全方位的产品、服务与解决方案。2008 财年能源部获得大约 226 亿欧元的收入，同时收到共约 334 亿欧元的新订单，实现利润 14 亿欧元。截止 2008 年 9 月 30 日能源部职工人数大约为 8.35 万。

李桂菊 编译自：http://www.innovations-report.com/html/reports/energy_engineering/successful_completion_testing_world_s_powerful_gas_140460.html

检索日期：2009 年 11 月 21 日

西门子为美国提供最新煤气化技术

美国奥马哈市独立电力开发商 Tenaska 于 11 月 9 日选定西门子能源集团为伊利诺伊州的一个投资 35 亿美元的洁净煤项目提供先进煤气化技术。

Tenaska 公司与西门子能源集团就位于伊利诺伊州 Taylorville 的 730 MW 能源中心煤制天然气（Substitute Natural Gas, SNG）气化炉签订了设备合同与许可协议。

Taylorville 能源中心预计于 2014 年投入商业运营。一旦完工，将成为美国第一批结合煤气化、联合循环及碳捕获与封存技术的商用电厂之一，其整体煤气化联合循环技术将捕获并封存至少 50% 排放的。

西门子能源火力发电公司的首席执行官 Michael Suess 指出，洁净煤技术将使 Taylorville 能源中心的排放强度与天然气发电厂相似。

金波 编译自：http://www.innovations-report.com/html/reports/energy_engineering/siemens_supply_latest_coal_gasification_technology_u_143164.html

检索时间：2009 年 11 月 16 日

“自组装”方法研制薄膜太阳电池

美国伊利诺斯州大学的科研人员通过将光刻法和采用毛细作用驱动“自组装”加工过程相结合的方法研制了一种三维、单晶硅结构的薄膜太阳电池。薄膜仅有几微米的厚度，却能提供相同材料厚度无法达到的机械弯曲度。这项成果发表于 11 月 23 日《美国国家科学院学报》网络版上²。

伊利诺斯州大学的化学教授 Ralph G. Nuzzo 表示，这是一种完全不同的三维结构制作方法，它打开了一扇进入“自组装”加工过程的新窗口。Nuzzo 和他的同事们通过构造球状、圆柱状的硅太阳电池证实这种毛细作用引导“自组装”加工的新方法，同时也对它的性能作了评价。

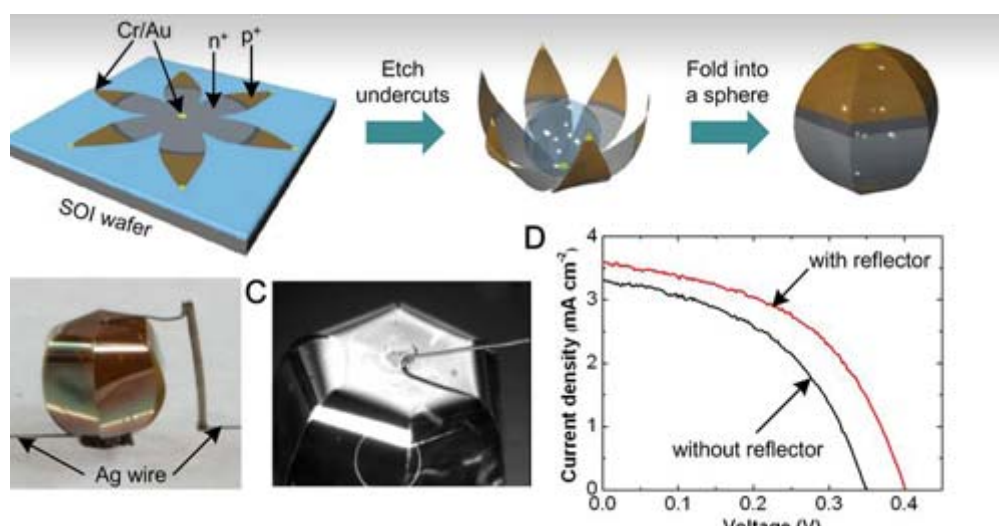


图 1 花瓣状球形太阳电池“自组装”形成 2 μm 厚度的平坦硅叶片的示意图

(A 图表示球状硅太阳电池的制作步骤；B 图表示由折叠球形硅壳、玻璃珠和银电极组成的球状电池系统的光学投影；C 图放大观察银线连接球形装置顶部的位置；D 图表示在 1.5 AM 辐照条件下球状太阳电池的电流和电压的关系曲线。)

此外，研究人员通过充分考虑薄膜类型、薄膜机械性能和结构外形需求关系建立了预测模型。该校机械科学和工程学教授 K. Jimmy Hsia 认为：通过该模型可以确定不同几何形状“自折叠”的临界条件，同时，利用模型可以改进这种折叠加工过程，选择最好的材料达到某些目标，可以对给定材料、厚度和形状的结构如何表现进行预测。

为了制造无基底的太阳电池，研究人员开始采用光刻法详细说明了需要的单晶

² Xiaoying Guoa,b, Huan Lic, Bok Yeop Ahn, et al. Two- and three-dimensional folding of thin film single-crystalline silicon for photovoltaic power applications. PNAS 2009 106:20149-20154; published online before print November 23, 2009, doi:10.1073/pnas.0907390106

硅薄膜的几何形状，单晶硅薄膜被装在一定厚度、绝缘的硅片上；接着，用蚀刻剂去掉暴露出来的硅材料，用酸削去残留的硅箔片，同时还把箔片从硅晶体上移去；然后，研究人员在硅箔片中心放置一小滴水。

随着水滴的蒸发，毛细作用力推动着箔片的边界合拢，从而导致箔片合抱着水滴的现象产生。水滴完全蒸发后，为了保留所需要的形状，研究人员在硅箔片的中央又放置了一小块涂有一层粘合剂的玻璃；只要达到所需要的三维折叠结构，玻璃块就会在合适位置上把这种三维结构“冰冻”起来。因此，这样形成的光伏结构，不仅在电性能上得以优化，还提供一种采用薄膜高效捕获太阳能的潜在方法。

和传统、平直的太阳电池不同的是，这种弯曲、三维结构是通过吸收各个方向的太阳光来被动的跟踪光线。通过对薄膜光伏结构的基本展示，可以发现它们不仅具有一定的光密度，效率还比较高。研究人员在论文中提到，这种新的“自组装”过程不仅仅可在硅材料中应用，还可以应用于各种薄膜材料。

该项工作得到美国国防高级研究计划署、美国能源部和美国国家科学基金会的资助。

魏 凤 编译自：<http://news.illinois.edu/news/09/1123water.html>

检索时间：2009 年 11 月 25 日

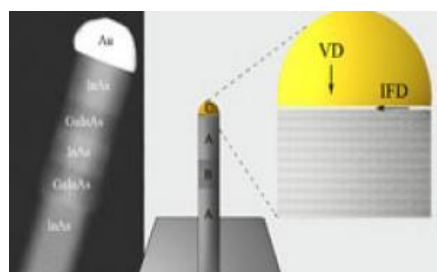
新纳米线有望产生高效太阳电池

丹麦纳米物理学家开发出一种关于纳米研究基础制造方面的新方法——纳米线。这种方法是哥本哈根大学波尔研究所纳米科学中心的Peter Krogstrup博士在他的学位论文中提出，并发表于*Nano Letters*³。Peter Krogstrup提到，他们已经改变了生产纳米线的方法。这意味着能够制造出含有两种半导体的纳米线，这两种半导体可以是镓铟砷和砷化铟；这是个巨大的突破，因为它第一次用于纳米领域。通过比较这两种材料的优良特性后，将获得了未来电子学潜在的新发展方向。

捕获更多太阳光

目前，全球大约仅有 1% 的电力来自于太阳能，这主要是由于太阳能转化为电能较为困难。那么，研究人员通过在同样的纳米线上结合不同半导体的研究具有相当优势。

不同的材料捕获不同的某特定吸收率区域的太阳光能。当采用这种由砷镓铟和砷化铟制造的纳米线，每个半导体材料通过吸收各自吸收率区域的



由 GaInAs 和 InAs 组成的纳米线，
Au 为催化剂

³ Peter Krogstrup, Jun Yamasaki, et al., Junctions in Axial III-V Heterostructure Nanowires Obtained via an Interchange of Group III Elements, *Nano Lett.*, 2009, 9 (11), pp 3689–3693

光线，这样就可以捕获到更多范围内的太阳能。Peter Krogstrup 认为，如果将这种由两种半导体制造出的纳米线用到太阳电池中，那将会利用更多的太阳能。

含有砷镓铟和砷化铟的纳米线在纳米电子学中也有一定的潜在应用，如应用于新的 OLED 和 LED 显示器；但是，需要在纳米线的两种材料间进行急剧的转换。

急剧转换过程

纳米线的培育过程是在真空室进行。研究人员在一个薄半导体圆盘上放置一小滴金粒，纳米线就从下面生长起来。在金粒里的两个半导体转换中，金粒里的材料进行混合后发生了温和转换。通过这种新方法，两种材料从金粒顶部或下部离开；当材料来自下部时，半导体材料不会混合在一起；而在砷镓铟和砷化铟之间需要产生原子层级的急剧转换。

发生在两个半导体间的急剧转换会产生电流（以电子形式）并在两种材料间高效传播。如果这种转换较为温和，电子就很容易在边界范围捕获。因此，这种新混合纳米线的生产方法将使世界纳米研究的许多领域受益。目前，Peter Krogstrup 在丹麦 III-V 纳米实验室工作，致力于哥本哈根大学和丹麦技术大学的合作研究。

SunFlake 公司和丹麦国家高技术基金委已于近期开展了一项新合作，SunFlake 公司将采用纳米线的方法开发太阳电池，同时在继续合作中将得益于该项研究成果。

魏 凤 编译自：http://nano.ku.dk/english/news/krogstrup_301009/

检索时间：2009 年 11 月 25 日

太阳能循环利用CO₂制燃料装置

美国桑迪亚国家实验室展示了一款装置，可利用太阳能将水和二氧化碳转换为分子模块以制造燃料。假设这种“阳光变石油”系统的效率将至少达到自然光合作用的两倍，则其最终可能是一种切实可行的从电厂和工厂回收并将其转化为汽油、柴油和喷气燃料的办法。

直到最近，该系统只在实验室里进行了小批量的验证。今年秋天，一台手工制造的示范机试验成功，这也是研究人员正在测试的第一个实物原型。

与仅仅将压入地下进行永久封存不同，丰富的太阳能资源可用于实现“反向燃烧”，其实就是将变回燃料。这是一种对的生产性利用，人们可以从燃煤电厂、酿酒厂以及类似的集中来源获取。

研究者发明的这种圆柱形金属机器被称为反旋环接收换热器（CR5），它依赖太阳集热引发富铁复合材料中的热化学反应。该材料暴露在极热环境中时，将放弃一个氧气分子，而一旦冷却，则会寻求捕获氧分子。

这一机器的两侧各设有一个小反应室，一个用于加热，另一个用于冷却。机器中间是一套 14 个飞盘状的旋转环，每分钟旋转一圈。每个环的外缘由以铝为基底的

氧化铁复合材料制成。科学家利用太阳能集热器将一个反应室加热至 1500℃，使环一侧的氧化铁放弃氧分子，而当这一侧旋转至对面反应室后，它开始降温，同时被抽入其中，由于冷却作用，氧化铁从中获取氧分子并留下一氧化碳。这个过程不断重复，将输入的转变为一氧化碳输出。

研究人员称同样的过程可以用来生产氢气，唯一不同的是用水代替进入第二个反应室。氢气与一氧化碳这两种单独提取的气体混合在一起可制成合成气，可用于替代传统燃料。

姜 山 编译自: <http://www.technologyreview.com/energy/23996/>

检索时间: 2009 年 11 月 26 日

利用CO₂提高气化工艺效率

美国哥伦比亚大学地球与环境工程系Marco Castaldi课题组发现在气化炉蒸汽环境中加入CO₂气体，能够大大提高煤炭或生物质转化为合成气的效率。这项研究发表于*journal of environment science & technology*⁴。

普通气化过程耗能非常高，需要高温的空气、蒸汽或氧气与有机物反应。加热过程会导致释放出大量的。此外，气化工艺往往低效，处理结束后还会剩下大量的固体废弃物。

Marco Castaldi等发明的工艺只需要和常规气化炉一样的温度环境，利用CO₂气体可以更好的将固体燃料转化为合成气。如果将这项工艺应用到整体煤气化联合循环发电站（IGCC）的煤炭气化过程，则可能使效率提高 4%。这项技术对环境带来双重利好：它提供了CO₂的一种利用方式，避免将其排放到大气中；此外氢气可以从合成气中抽走，剩下的CO₂可安全地埋存到地下。

用CO₂来替换气化炉中 30%的蒸汽环境就可以确保所有的固体燃料转化成合成气。这项工艺减少了用来加热气化炉的水量，从而节省了能源，而且与标准气化工艺相比气化效率提高了 10%到 30%。

李桂菊 编译自: [http://www.guardian.co.uk/environment/2009/nov/15/clea](http://www.guardian.co.uk/environment/2009/nov/15/clean-coal-power-gasification)

n-coal-power-gasification

检索日期: 2009 年 11 月 17 日

⁴ Heidi C. Butterman and Marco J. Castaldi, CO₂ as a Carbon Neutral Fuel Source via Enhanced Biomass Gasification, *Environ. Sci. Technol.*, 2009, 43 (23), pp 9030–9037

美国研究改进卫星电力推进系统

美国佐治亚州理工学院最近获得 650 万美元的资助，用于研制提高电力推进系统效率的部件，以控制人造卫星和行星探测器的位置。

研究人员重点通过改良霍耳推进器装置的阴极，以减少商业人造卫星、政府人造卫星和军事人造卫星中推进器的耗损，让它们在轨道的停留时间更长、发射更小或更便宜的火箭、或携带较大负荷。受美国国防部高级研究计划署（DARPA）国防科学处的资助，该项目为期 18 个月，目的是证实霍耳效应推进器低阴极的使用效果。

佐治亚州理工学院航空和航天工程系的助理教授，同时也是该项目首席观察员 Mitchell Walker 表示：利用电力推进系统进入太空的人造卫星推进器中，10%在空心阴极中白白浪费了。采用场发射代替空心阴极的办法，不用浪费推进器就能牵引碳纳米管制的阴极电子。在既定推动力下，这种通过高效采用有限推进器的方法将延长这种交通工具的使用寿命。

人造卫星为了维持它们在空间的位置或自我调整，就必须使用一些小的、采用化学方法或电力推动的推进器。其中，电力推进器采用电子电离氙等惰性气体，同时将产生的离子气排出装置外以产生推力。

在现有的霍耳效应推进器中，某个高温阴极会产生电子。一部分推进器——10%被人造卫星携带的限制供应的推进器在传统的空心阴极中被作为工作流体。受 DARPA 资助的这项研究将用由一束多层碳纳米管制成的场阴极排列取代空心阴极。这种场阴极受人造卫星上的电池或光伏系统的动力驱使，可在低动力下运行，在不消耗推进器的条件下产生电子。

佐治亚州理工学院的 Walker 和合作者已经研制了基于碳纳米管的场效应阴极，其余资金将用来支持改进碳纳米管冷阴极等装置，预计最早将于 2015 年进行该研究的空间测试。

佐治亚州理工学院的资深工程师，同时也是 Walker 合作者的 Jud Ready 表示：这项工作主要依靠我们是否有能力培育出所需要的、严格尺寸下的碳纳米管阵列。这项工作可以强化我们在培育良好纳米管阵列和增强场发射性能方面的能力。

采用碳纳米管阴极阵列，不但可减少推进器的消耗，还改进推进器阴极更换的可靠性。Ready 表示：现有的阴极对污染相当敏感，易受推进器电离排放的损坏，长期的高温运行也使它们寿命有限；但碳纳米管阴极排列在霍耳效应推进器的周围提供了一个分布式阴极排列，即便其中一个阴极损坏了，还能继续运行。

在碳纳米管阴极能够被用于人造卫星上之前，它们的寿命必须提高到足以匹配人造卫星推进器的使用寿命，大约是 2000 小时或更长。该装置也必须承受空间发射、快速开关、持续运行、经历空间环境生存掠夺时产生的机械应力。

另一个研究重点是研制用于保护碳纳米管免受空间环境破坏的特殊涂层材料；为此，Walker 和 Ready 正在和耶鲁大学化学工程系的 Lisa Pfefferle 进行合作。

目前，研究人员在美国空军 TacSat2 号卫星上用相同的霍耳效应推进器测试他们的阴极。此外，该阴极将用 Pratt & Whitney 研制的霍耳效应推进器进行运行。

这种对排列中个体阴极控制的能力将提供一种无线电导引推力以替代当前用的机械平衡环的新方法。

魏 凤 编译自：http://www.innovations-report.com/html/reports/energy_engineering/electric_propulsion_boost_satellite_lifetimes_142178.html

检索时间：2009 年 11 月 25 日

碳纳米管缺陷可用于改进充电与储能系统

加州大学圣地亚哥分校机械与航空工程系的研究人员发现，人为地向碳纳米管中引入缺陷可使基于碳纳米管的超级电容器能够更快更多地存储电能。这项研究发表在《应用物理快报》上⁵。

碳纳米管由于其完美的原子级结构，拥有极高的表面积-体积比，因此具有特别的结构、化学以及电学特性。

当研究人员研究将碳纳米管用于化学传感器的电极时，他们首次意识到利用碳纳米管的缺陷进行能量存储。在他们的初始测试中，他们注意到可以利用带电缺陷以增加碳纳米管的电荷存储能力。

具体而言，碳纳米管中的缺陷产生了额外的电荷点，从而强化了材料的电荷存储能力。研究人员还发现，可以用氩或氢轰击碳纳米管的方法以增加或减少缺陷所携带的电荷。对这一过程的控制必须格外小心，因为过多的缺陷将对电导率产生不利影响，而电导率对碳纳米管的应用而言其重要程度是排在第一位的。

研究人员希望他们的研究能够在能源储存领域得到广泛应用。不过，仍然需要进行更多的研究以揭示这一发现的潜在应用。

姜 山 编译自：<http://ucsdnews.ucsd.edu/newsrel/science/11-09Nanotubes.asp>

检索时间：2009 年 11 月 20 日

⁵ M. Hofer, P. R. Bandaru. Determination and enhancement of the capacitance contributions in carbon nanotube based electrode systems. Appl. Phys. Lett. 95, 183108 (2009); doi:10.1063/1.3258353.
<http://scitation.aip.org/vsearch/servlet/VerityServlet?KEY=APPLAB&smode=results&maxdisp=10&possible1=Bandaru&possible1zone=article&OUTLOG=NO&viewabs=APPLAB&key=DISPLAY&docID=1&page=1&chapter=0>

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》(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,由中国科学院规划战略局、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》的重点服务对象首先是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;其次是包括研究所领导在内的科学家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科学家。系列《快报》内容将恰当地兼顾好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》现有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《交叉与重大前沿专辑》、《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 朱相丽

电话:(010) 62538705、62539101

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

先进能源科技专辑

联系人:李桂菊 陈伟

电话:027-87199180

电子邮件: jiance@mail.whlib.ac.cn