

能量转换科技信息

广州能源研究所文献情报室
广东省新能源生产力促进中心
第五期 2018年3月

目 录

| | |
|------------------------------------|----|
| 总论 | 1 |
| “能源部”要重出江湖了? | 1 |
| 国家能源局与科技部签署“科能协同”合作协议 | 3 |
| 热能、动力工程 | 3 |
| 环保部将制定蓝天保卫三年作战计划 | 3 |
| 中国科学家发明可在零下 70 度使用的锂电池 | 4 |
| 从起步到爆发，用户侧储能还需经历哪些考验? | 4 |
| 北京将发布新一轮细颗粒物来源解析 | 5 |
| 区块链技术推进国际油气产业发展 | 7 |
| 空气质量不达标、排放目标难实现，德国“环保先锋”标签难保 | 8 |
| 美国科学家正在研究可以改变大型电网储能的化合物 | 9 |
| 美称中国将在南海寻找更多可燃冰美日也将进行勘查 | 11 |
| 太阳能 | 11 |
| 国内外光伏产业政策绩效对比研究 | 11 |
| 数字化光伏平价上网必由之路 | 18 |
| 这次太阳能发电主角 很像你家炒菜的盐 | 20 |
| 氢能、燃料电池 | 22 |
| “先进燃料电池发电技术”通过验收 | 22 |
| 氢燃料电池的春天才刚刚开始 | 22 |
| 核能 | 23 |
| 国家电投成功申报立项我国核电领域首个国际标准 | 23 |
| 国际能源署：中国将超美国成核电第一大国 | 24 |

本刊是内部资料，请注意保存。信息均转载自其它媒体，转载目的在于传递更多信息，并不代表本刊赞同其观点和对其真实性负责，版权归原作者所有。严禁将本刊用于任何商业或其他营利性用途。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。

《能量转换科技信息》半月一期。希望你对我们的工作提出宝贵意见。
联系方式：02087057486，zls@ms.giec.ac.cn。

总论

“能源部”要重出江湖了？

（原标题：机构改革再来,能源大部制何去何从?）

临近一年一度的全国“两会”，大事情接二连三。十九届三中全会正在举行，党和国家机构改革是议题之一，能源监管部门的走向备受关注。

2月24日，新华社发布消息，中央政治局确立2月26日至28日召开十九届三中全会，并审议党和国家机构改革方案。值得注意的是，这次机构改革不同于以往政府机构改革，涉及党和国家机构，但重新激发了对大部制改革的想象。

屡次大部制改革涉及的能源管理部门会怎么调整？经历2008年成立副部级国家能源局、2013年电监会与能源局重组，能源管理部门是加强还是削弱，预计月底，最迟“两会”可见分晓。我们通过公开信息梳理可能性和重组的依据。

能源部门的重组和职能调整一直不断，最近的一次是十九大报告，涉及资源的这样表述：

“设立国有自然资源资产管理和自然生态监管机构，统一行使全民所有自然资源资产所有者职责，统一行使所有国土空间用途管制和生态保护修复职责，统一行使监管城乡各类污染排放和行政执法职责。”

这只能算涉及能源，在新一轮改革中是否重设大能源部，机构调整是否涉及目前的能源机构，还未可知。可能大的方向还是要结合生态文明建设，能源革命和绿色发展的趋势。

能源监管机制未定型

关于组建大能源部一直有所传闻。2013年机构重组时，就有将涉及能源价格、矿权、行业管理上下游职能整合成大能源部的说法，最终只是将电监会和能源局重组，依旧维持副部级。

目前部委设置中，能源局主要负责行业监管、规划，油气资源矿权归国土部，价格、体改归国家发改委价格司、体改司、产业司等，能源产品流通、进出口在商务部，后端排放、节能归口环保部、工信部，国资委对能源央企进行监督管理，有关技术研发的还涉及到科技部以及其它部门。未来要在生态文明建设下，理顺能源供需、价格、进出口、矿权、节能、污染排放等错综复杂的关系，还需要相应调整。

党和国家机构改革的消息一出，国家能源局与国土部矿产开发重组成能源部的说法也再次出现，传闻还涉及到国土部和环保部的重组，但目前并不明晰。生态文明是十八大以来的提法，也持续出现在政策文件中，目前没有一个部委的职能专注在大生态领域。

现在的国家能源局，2013年机构改革时由电监会和能源局重组而来。2013年前的国家能源局，是2008年整合国家发改委能源局、国家能源领导小组和原国防科工委的核电管理职能成立的。2013年以来，国务院推行简政放权，项目审批纷纷取消、下放，电改、油气改革落地执行是广为外界关注的政策变化。

2003年机构改革，成立了国家电监会，应对2002年启动的电改，直至2013年和能源局重组，启动新一轮电改。

1998年政府机构改革，能源部门变化颇大，当时撤销煤炭部、电力部等专业能源部门，组建中石油、中石化、中海油三大集团。煤炭、油气、石化工业由国家经贸委和国家计委管理，直至2003年成立电监会。

1993年能源部撤销，重新组建煤炭工业部和电力部，直到1998年机构改革时撤销，组建国家电力公司以及相关行业央企。

1988年行政体制改革，撤销煤炭、石油、水利电力、核工业部，组建能源部，统管国家能源工

业，是首次成立能源部，煤炭、石化工业归入当时的国家经贸委。

更早些年的能源管理部门调整，主要是改革传统机构设置，适应改革开放的形势，如下：

1983年7月，石油工业部炼油厂分离，与化工部和纺织部的部分石化、化纤企业合并，组建中国石油化工总公司。

1982年，石油工业部所属海洋石油业务独立，成立中国海洋石油总公司。

1980年成立国家能源委员会，负责管理石油、煤炭、电力三个部。由于国家能源委员会与国家计委职能交叉，两年后的1982年能源委员会取消。

1979年撤销水利水电部，成立电力部和水利部，统一调配电力供应。1982年，水利部与电力部合并为水利电力部。

1978年改革开放初期，撤销石油化学工业部，分设化学工业部和石油工业部。

1975年撤销燃料化学工业部，重新成立煤炭工业部，并组建石油化学工业部。

1970年，撤销石油部、煤炭工业部、化学工业部，合并为燃料化学工业部。同年6月，将原煤炭工业部与地方双重领导的煤炭企业下放地方。

1958年，撤销各大区煤炭管理局、地质部石油地质局。合并水利部与电力工业部，成立水利电力部，此后经历了管理权限调整。

1955年，燃料工业部被撤销，成立煤炭部、石油工业部和电力工业部。

1949年~1955年，设燃料工业部，下设煤炭管理总局、电业管理总局、水力发电工程局、石油管理总局。

机构设置要突出生态文明

综合观之，能源管理部门的调整与经济发展、中央地方权力划分以及历次政府机构改革同步。

改革开放至今40年，出现过数次大大小小的机构改革。主要的七次改革，几乎都涉及能源。

第一次：1982年。这次改革明确规定了各级各部的职数、年龄和文化结构，减少了副职；在精简机构方面，国务院各部门从100个减为61个，人员编制从原来的5.1万人减为3万人。石油工业部将所属海洋石油业务独立，成立中国海洋石油总公司，专门负责海洋石油开发、对外合作。

第二次：1988年。国务院部委由45个减为41个，直属机构从22个减为19个，非常设机构从75个减到44个。机构改革后，国务院人员编制比原来减少9700多人。撤销煤炭部、电力部、化工部等，成立能源部，统管能源工业。

第三次：1993年。改革实施后，国务院组成部门、直属机构从原有的86个减少到59个，人员减少20%。国务院不再设置部委归口管理的国家局，国务院直属事业单位调整为8个。撤销能源部，重新组建煤炭工业部和电力部。

第四次：1998年。国务院不再保留的有15个部委，新组建4个部委，更名的有3个部委。改革后除国务院办公厅外，国务院组成部门由原有的40个减少到29个。撤销煤炭部、电力部等专业能源部门，组建中石油、中石化、中海油三大集团，政府职能归入国家经贸委和国家计委，后调整为相关煤炭、石化行业协会。

第五次：2003年。这次改革是在加入世贸组织的大背景之下进行的。改革后，除国务院办公厅外，国务院由28个部门组成。成立电监会，国家电力公司分出五家主要的发电集团。

第六次：2008年。新组建工信部、交通运输部等5个部委，国务院组成部门改革为27个。副部级国家能源局成立，由国家发改委代管。

第七次：2013年。取消铁道部，重新组建国家卫生和计划生育委员会、食药监总局、新闻出版广电总局、海洋局、能源局等，国务院组成部门降为25个。国家能源局和电监会重组。

不过即将来临的改革，涉及面更广，党、政机构都有涉及。历次政府机构改革可供参考。近年来，污染治理的压力增加，生态文明建设成为统领的原则，涉及相关部门，未来能源监管职能的重组也要考虑到新的需求。

张旭东 无所不能 2018-02-27

国家能源局与科技部签署“科能协同”合作协议

2月13日，全国政协副主席、科技部部长万钢与国家发展改革委副主任、国家能源局局长努尔·白克力共同签署《科技部 国家能源局“科能协同”合作协议》。

双方一致表示，“科能协同”机制的建立，是科技部与国家能源局深入贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的十九大精神、创新推进能源科技工作的重要举措，是双方在能源领域科技与产业创新的新起点，对强化两部门之间合作、实现产业需求与技术创新有机衔接，深入推进能源技术革命，推动“四个革命、一个合作”能源安全新战略向纵深发展具有重要意义。

根据协议，国家能源局与科技部将共同制定和实施能源科技、产业创新战略规划，并协同推进能源科技、产业创新工作，组织筹划重大能源科技项目和示范工程，开展能源技术装备试验示范，加快能源先进科技成果转化推广，促进能源领域科技与产业创新基地和平台建设，推动能源科技人才队伍建设与国际合作。

科技部党组成员、副部长黄卫主持会议，国家能源局副局长綦成元参加会议。国家能源局和科技部有关司局主要负责同志参加会议。

国家能源局 2018-02-24

热能、动力工程

环保部将制定蓝天保卫战三年作战计划

27日，环境保护部召开2月份例行发布会，介绍大气污染防治工作进展情况。环保部表示，当前大气污染防治成效显著，下一步将制定打赢蓝天保卫战三年作战计划，同时加快产业结构和能源结构调整工作。

据环保部介绍，《大气污染防治行动计划》（以下称《大气十条》）实施以来，大气污染防治取得了阶段性明显进展，全国空气质量总体改善，重点区域明显好转，《大气十条》圆满收官。

按照《大气十条》要求，到2017年，全国地级及以上城市可吸入颗粒物（PM10）浓度下降10%以上；京津冀、长三角、珠三角等区域细颗粒物（PM2.5）浓度分别下降25%、20%、15%左右，其中北京市PM2.5年均浓度控制在60微克/立方米左右。《大气十条》确定的各项空气质量改善目标全面实现。

值得一提的是，在大气污染防治工作推进过程中，不同地区之间齐抓共管的治理格局已经初步建立。环保部与各省（区、市）政府签订目标责任书并实施年度考核，对进度缓慢的20余个城市政府主要负责同志进行约谈；各省（区、市）结合实际制定实施方案，细化分解任务，层层压实责任。

环保部相关负责人表示，下一步，环保部将深入总结《大气十条》实施情况，制定打赢蓝天保卫战三年作战计划，明确具体战役及其时间表和路线图，以京津冀及周边、长三角等重点区域为主战场，集中优势兵力，强化区域联防联控，一个战役接着一个战役打，确保三年取得更大成效。

具体而言，在坚决调整产业结构方面，下一步将全面推进“散乱污”企业及集群综合整治，将所有固定污染源纳入环境监管，对所有重点工业污染源全面安装在线监控，明确无证排污和排放不达标企业最后改正时限，逾期依法一律关停；在重点区域实施大气污染物特别排放限值，实现深度治理。在钢铁、焦化行业开展超低排放改造重大工程。

在加快能源结构调整方面，淘汰污染重的煤电机组，增加清洁电力供应；在重点地区，推动加大天然气和电力供给保障力度，大幅消减煤炭终端消费总量。

在重污染天气应对方面，该负责人表示，将进一步完善空气质量预测预报体系，推进六个区域空气质量预测预报中心尽快形成能力、发挥作用；完善重污染天气应急预案，优化启动标准，压实

应急减排清单措施,实施区域应急联动,力争使重污染过程缩时削峰。

经济参考报 2018-02-28

中国科学家发明可在零下 70 度使用的锂电池

新华社华盛顿 3 月 1 日电(记者周舟)中国科学家开发出一种可在零下 70 摄氏度条件下使用的锂电池,未来有望在地球极寒地区甚至外太空使用。

发表在最新一期美国能源学术期刊《焦耳》上的研究显示,中国复旦大学夏永姚团队开发的新电池采用凝固点低、可在极端低温条件下导电的乙酸乙酯作为电解液,并使用两种有机化合物作为电极,分别为 PTPAn 阴极和 PNTCDA 阳极。

电解液是离子在两个电极间移动的化学介质,但在低温条件下电解液和电极交界处的电化学反应难以持续。

研究人员说,与传统锂电池使用的电极不同,这种电极使用的有机化合物不依赖“嵌入过程”,即不需要将锂离子嵌入到电极的分子矩阵中,避免了低温条件下嵌入过程变慢。

夏永姚说:“乙酸乙酯电解液和有机高分子电极让可充电电池在零下 70 摄氏度的极低温条件下工作。”

传统锂电池在零下 20 摄氏度时性能只有其最优水平的 50%,零下 40 摄氏度时只有最优水平的 12%。俄罗斯和加拿大等极寒地区温度低于零下 50 摄氏度;在太空中,温度甚至低至零下 157 摄氏度。

夏永姚说,相比传统锂电池的电极材料,新电池的材料则充足、便宜且环保,他预计这种材料的价格只有前者的约三分之一。

但研究人员承认,实现产品化面临的主要挑战是这种电池的单位质量能量比不上已商业化的锂电池,生产过程还需优化。尽管如此,夏永姚认为它具显著应用潜力。

新华网 2018-03-01

从起步到爆发,用户侧储能还需经历哪些考验?

根据 CNEA 数据库统计,2017 年,中国新增投运电化学储能项目 121MW,按应用场景,主要分布在集中式可再生能源并网、辅助服务和用户侧等领域。其中,用户侧领域的功率规模最大,超过 70MW。

节省用电成本的方法有很多种,选择用户侧储能的企业正在不断增多。但用户侧储能,不仅仅是节约电费。利用峰谷电价差在谷时充电峰时放电,只是用户侧储能的“常规动作”。除此之外,储能系统还可以帮助用户降低停电风险、提高电能质量、降低容量电费、参与需求侧响应等,发挥多重价值。

随着电力体制改革的推进,用户侧也显示出了更多可能性。微电网、增量配电网、用户主动参与辅助服务都将储能带来机会。2017 年国家发改委、国家能源局批准 28 个新能源微网示范项目,其中规划新增电储能装机超过 150MW。而国内首个“增量配电网+储能”项目也已经在江苏省诞生。根据辅助服务领域的改革方向,未来用户也将成为这一领域市场参与主体,在调峰等品种上储能必然大有用武之地。

用户侧储能何时迎来爆发?储能国际峰会暨展览会 2018 特设“用户侧储能商业化之路”主题论坛,邀请电网公司、储能企业、专家学者共同探讨用户侧储能的商业模式、政策环境,分享项目开发与运营案例。

目前用户侧储能收益主要来自于峰谷电价差套利,因为大多数项目分布在峰谷电价差较大的江苏、北京等省市。电池以锂电池和铅炭电池为主,投资回收期在 5-8 年不等。尽管商业模式简单明了,但投资回收期仍然较长。

在技术上，如何提高电池循环寿命从而降低储能系统成本，增加项目收益，这将是用户侧储能面临的最重要挑战。不同类型的电池在用户侧储能中的优劣势如何，未来成本降低的潜力有多大，用户将结合自身需求做出不同决策。

在政策上，峰谷电价差未来是否能够扩大？在 5-8 年的投资回收周期中，电力价格的变化将对储能项目的收益产生重大影响。目前，电力现货市场试点正在推进之中，广东、浙江等省已经开始了对规则的讨论。一个价格波动更大的电力市场对于储能来说，可谓风险中孕育着希望。

电网企业开始重视用户侧储能的价值，江苏省电力公司已在 2017 年出台了《客户侧储能系统并网管理规定》（试行），规范储能系统并网的流程与手续。售电公司也开始跃跃欲试，2018 年 2 月，华润电力与南都电源签订战略合作协议，双方将在储能等综合能源服务、购售电业务与服务等领域深入合作。

未来是否会有更多的企业加入到用户侧储能的潮流之中，欢迎来到储能国际峰会暨展览会 2018“用户侧储能商业化之路”主题论坛，共同展望储能未来！

重点议题

·国内热点区域解读，挖掘市场机会：各区域政策环境如何、企业未来应该如何规划布局？标准如何建立？

·国际市场用户侧储能商业模式探究与解读，国内企业该如何借鉴国际经验，“移花接木”到国内市场？

·案例分析：项目开发与运营中的痛点与难点分析，项目投资收益与成本该如何计算？实际回收期又有多长？

中国能源报 2018-02-24

北京将发布新一轮细颗粒物来源解析

“这是一个不错的日子！”今年 2 月 24 日，家住东三环的邹毅在朋友圈写下这句话，还配了四幅北京的蓝天。这一天，北京地区空气质量一级优。

2014 年 2 月 26 日，习近平总书记视察北京时指出，要加大大气污染治理力度，应对雾霾污染、改善空气质量的首要任务是控制 PM2.5，要从压减燃煤、严格控车、调整产业、强化管理、联防联控、依法治理等方面采取重大举措，聚焦重点领域，严格指标考核，加强环境执法监管，认真进行责任追究。

随后，北京采取了超常规手段来治理大气。北京环保部门总结说，2013 至 2017 年，是北京大气污染防治力度最大、措施最丰富、成效最显著的五年。

【形势】

2013 年平均每周一天重污染

家住东三环的邹毅，每天清晨习惯性地打开窗户，拿着相机朝窗外按下快门。

5 年来，千余张相同场景、或蓝或灰的照片在邹毅微博上每日一更，他被称为“拍蓝天的人”。最初他拍的天空，灰色占压倒性优势。

但随着北京打响“蓝天保卫战”，邹毅拍的图开始灰蓝参半，到如今，蓝色占绝对主导。邹毅的图片背后，涵盖了北京近 5 年来治理大气的每个细节。

2017 年，蓝天不再是奢侈品。这一年，全市 PM2.5 年均浓度为 58 微克/立方米，圆满完成国家“大气十条”“PM2.5 年均浓度 60 微克/立方米左右”的目标。

五年前北京的天是什么样？2013 年是北京监测 PM2.5“元年”，发布了首份 PM2.5 年报，当年年均浓度为 89.5 微克/立方米，超过国家标准（35 微克/立方米）约 1.5 倍。

这年，优良天数共计 176 天，不足全年总天数的一半。而重污染天数方面，五级和六级重污染天数累计出现 58 天，相当于每隔 6 天或 7 天，就会出现一次重污染天气过程。

2013年1月，北京出现连续重污染过程，“好天”仅为个位数。

“什么事儿都干不了。”回忆起那段时间，邹毅仍有些郁闷。

这个只占头发丝约二十分之一的PM2.5，让人们有些猝不及防。邹毅说，当时自己和朋友都无法理解，北京的空气啥时变得这么差了？

【加码】

以超常规手段治理大气

五年以来，北京以超常规的手段治理大气，北京市环保局总工程师于建华说，超常规是指，过去五年的大气治理措施，可能超过了过去十年总和。

联合国环境规划署前执行主任阿奇姆·施泰纳在第二届联合国环境大会上说，“在巨大的挑战面前，北京在保持城市高速发展的同时，成功改善了空气质量，其经验绝对值得与其他发展中经济体和新兴城市分享”。

日复一日，经年累月，背景没变，场景没变，只有照片的数量在变，从2013年1月27日的第1张照片，到2018年1月26日的第1826张照片，邹毅感受变化最大的，就是蓝天白云真的多了起来，PM2.5浓度渐渐降了下来。

2013年9月，《北京2013-2017清洁空气行动计划》发布，北京正式向PM2.5宣战。该计划提出，到2017年，北京PM2.5年均浓度比2012年下降25%以上，措施力度空前。

其“重点任务分解”共计84项，涉及燃煤、机动车、工业扬尘等六大项，为北京治理大气画出路线图。拥堵费、机动车总量和人口控制、京津冀联防联控等，正式进入治理大气的任务表。

此时，北京的PM2.5治理之路逐渐清晰起来。2014年4月，北京正式发布PM2.5来源解析数据：北京的PM2.5有近四成为外地输入，而本地来源中，机动车尾气排放的比重超过三成。

2015年12月8日7时，北京首次启动空气重污染红色预警，机动车单双号行驶，中小学和幼儿园停课，并协调周边省市应急联动。

【展望】

计划2035年大气环境质量得到根本改善

2017年，新版北京城市总体规划提出，至2020年，北京PM2.5下降至56微克/立方米，到2035年大气环境质量得到根本改善，到2050年达到国际先进水平，这些成为北京大气治理的新目标。

2018年1月，蓝天常陪伴。北京PM2.5平均浓度为34微克/立方米，较2017年8月38微克/立方米的历史最好纪录低了4“微克”，再创新低，并首次达到国标。1月全月无空气重污染日，是2013年以来首个秋冬季无重污染日的月份。

这让邹毅感到欣喜，他说，2017年，北京空气治理成效明显，变化巨大，“这是北京雾霾治理成效的拐点和标志。”在邹毅看来，五年之变，一目了然。如果说用手机拍的第一个五年，让全世界看见了中国全民大气污染防治初见成效的上半场，那么下一个五年自己将继续用手机去接着拍北京的天空，为全世界去记录和见证大气污染防治的中国样板。

“五年之变，是中国环保理念的完美凝练，更是每一位老百姓点点滴滴的关注和努力践行。”邹毅说。

对话

北京市环保局总工程师于建华：

大气污染治理进入啃“硬骨头”阶段

重污染天数五年减少35天

新京报：跟2013年相比，五年来北京大气治理成效如何？

于建华：可以看两组数据：2017年与2013年相比，北京市主要污染物年均浓度均显著下降，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}分别下降70.4%、17.9%、22.2%、35.6%；其中SO₂下降幅度最大，2017年年均浓度首次降到个位数。

2013-2017年，北京市空气重污染天数分别为58、47、46、39、23天，呈现逐年减少特征；重

污染天数五年减少 35 天，重污染发生率明显降低。

新京报：这五年，北京向雾霾宣战，最困难的是什么？

于建华：北京治理大气污染面临的困难是多方面的。首先是不利的气象地理条件，而且无法改变。其次是大气污染物排放量大，超过环境容量。虽然北京市加快疏解非首都功能，积极“瘦身健体”，但常住人口、机动车保有量、能源消费总量的基数大，建筑开复工面积高位运行，污染物排放总量超过环境容量的状况，在短期内很难根本改变。这也是空气质量不达标的主要原因。

总的来看，北京市空气质量持续改善需要我们每年的减排力度，既要削减城市发展带来的新增量，更要大力削减过去的存量，PM2.5 浓度每下降 1 个百分点，都要付出艰辛的努力，大气污染治理进入啃“硬骨头”的攻坚阶段。

今年将深入开展环保督察

新京报：今年在大气治理方面，有什么新举措？

于建华：今年将构建责任明晰的“大环保”工作格局。进一步推进责任落实，完成环保垂直管理改革，加强基层执法力量，深入开展环保督察，进一步压实各级各部门责任。坚持问题导向、着力解决突出环境问题。突出高排放车整治，将低排放区由六环路内扩展到全市域，促进国Ⅲ重型柴油车加快淘汰。严把主要进京口、市内重点道路、高排放车辆集中地区三大关口，强化执法检查。强化扬尘精细化管理，有效管控裸地扬尘、道路扬尘、施工扬尘和建筑垃圾运输车辆，减少扬尘污染。另外，推进能源进一步清洁化，在巩固城六区、南部平原地区“无煤化”成果的基础上，有序推进北部平原地区村庄的煤改清洁能源，基本实现全市平原地区“无煤化”。不断提升精细化治理能力。加强科研和技术创新，发布新一轮细颗粒物来源解析，认真落实空气重污染应急预案，强化联合会商、联动应急机制，加强区域大气污染联防联控。加大环保宣传教育力度，传播生态文明理念，让绿色生活方式深入人心、付诸实践。

邓琦 新京报 2018-02-28

区块链技术推进国际油气产业发展

按照许多专家的看法，国际油气产业从技术上说，已经太长时间没有发生重大变革了。而今，正风靡全球并已在金融、安防等领域掀起革命的区块链技术有望为油气产业带来巨大突破。世界经济论坛 2017 年报告指出，能源产业正迎来数字化变革，区块链技术显然是数字技术中大有潜力的尖兵。

区块链技术也被称为分布式账本技术，是一种互联网数据库技术，其特点是去中心化、公开透明，让每个个体均可参与数据库记录。在国际油气巨头中，BP 和壳牌是区块链技术的先行者。去年，BP 在试点项目中开始尝试推广采用区块链技术。该试点项目由 BP 牵头，联合意大利埃尼和奥地利维也纳能源共同推进，用区块链技术支持能源交易平台。

去年 11 月，BP、壳牌和挪威国家石油等共同成立产业区块链同盟，整合了大宗商品交易机构，并得到法国兴业银行、荷兰银行和荷兰国际集团等金融巨头的支持，将进一步推进基于区块链技术的能源交易系统建设。BP 的技术负责人大卫·艾顿明确指出，区块链技术将为公司带来竞争优势。荷兰国际集团负责大宗交易事务的高管帕特里克·阿诺德则表示，区块链技术能从根本上解决大宗商品交易市场的低效问题，提高交易速度，降低交易成本。壳牌则更进一步，直接投资了分布式记账创业公司应用区块链，该公司的平台技术适用于能源、电信和制造业等多个产业领域。

借助新技术的突破性，后来的创业公司能利用后发优势实现迅猛发展，大幅缩短自身同产业巨头的差距。在此方面，加拿大的 Petroteq 能源公司成为表率。与 BP 和壳牌等产业巨头打造能源交易平台的侧重点不同，Petroteq 用区块链打造革命性的能源供应链管理体系。国际油气产业和市场极为复杂，涉及多区域、多渠道、多模式，传统的供应链管理方法程序烦琐、容易出错，但 Petroteq 基于区块链的新技术能实现油气资源从开采到运输交付的全程监控，确保了准确性和时效性。拉美第二

大能源公司墨西哥国家石油已加入 Petroteq 组建的区块链供应链管理体系联盟。从长远看，区块链技术优化供应链体系将推翻过去中介经纪层层加价的旧体系，在提高效率的同时，也将大幅降低供应链成本。

此外，Petroteq 也对美国开发犹他州油砂资源的计划雄心勃勃。美国总统特朗普在 1 月国情咨文演讲中宣布了 1.5 万亿美元的基础设施投资计划，犹他州油砂资源开发应是其中重要组成部分。专家分析，油砂新项目如果从一开始设计规划就纳入区块链技术，将大幅提高项目开发效率和环境友好性。

薛世华 中国石化报 2018-03-02

空气质量不达标、排放目标难实现，德国“环保先锋”标签难保

一场突如其来的空气质量检查将包括德国在内的 9 个欧盟成员国推上了风口浪尖，也彻底撕掉了“低碳经济领军者”德国的最后一块“遮羞布”。

事实证明，德国这个被打上“光伏大国”、“环保先锋”标签的欧盟经济总量最高的国家，其环保减排实力恐怕只是“看上去很美”。

2020 年排放承诺要食言

路透社报道称，德国对于“2020 年将温室气体排放水平降低到 1990 年 60%”的承诺恐怕要食言。该国环境部部长 Barbara Hendricks 表示，德国无法按计划达到 2020 减排目标，尽管各方仍呼吁要努力实现，但恐怕是心有余而力不足。

1 月底，德国被欧盟“点名”为空气污染严重的 9 个欧盟国家之一，并与法国成为垫底的“坏学生”，其它 7 国分别是英国、意大利、西班牙、匈牙利、罗马尼亚、捷克和斯洛伐克。欧盟已经向上述 9 国发出“最后通牒”：要么改，要么罚！

欧盟早在 2010 年就引入了对可吸入颗粒物和二氧化氮的限制，但许多欧盟成员国特别是一些主要城市，其空气污染程度仍远远超出限制。欧委会最终忍无可忍，要求上述 9 国遵守欧盟标准并限期交出改善空气质量的方案，否则将诉诸法律。

欧委会主管环境、海洋事务和渔业的委员卡尔梅努·韦拉强调：“我们提供帮助、建议和警告的期限太宽裕，现在是时候采取行动了。”欧委会指出，工业、交通和供暖是空气污染的主要来源，柴油、木材、煤炭等在德国、法国、波兰等国保持高消耗，给环境带来了巨大负担，欧盟平均每年有 40 万人因空气质量问题而过早死亡，其中德国、法国分别高达 8 万和 4.8 万。

对于这一警告，德国总理默克尔迅速予以回应，称将至少为 20 个空气污染最严重的城市制定具体的减排措施并提供一定帮助，如通过加大出租与公交等手段实现减排效果。她同时呼吁，应该继续监督对柴油车的改造，但对进展和结果表示担忧，因为德国柴油车数量庞大，很难制定立竿见影的方案。

去年 8 月，德国政府与汽车制造商达成一致，同意对德国数百万辆柴油车的发动机软件进行升级，以减少污染并努力修复柴油车的声誉。两个月后，德国政府推翻了这一协议，称软件升级花费较少、影响较小，呼吁汽车制造商对某些车型的发动机和排气系统进行整体升级。

有环保人士直言不讳，不执行柴油车禁令以及电动汽车补贴政策执行不力等因素，是导致德国无法实现 2020 年排放目标的促因。

德国《明镜》日前报道称，在欧盟“空气质量差”的严厉指责下，德国环境部、交通部最终拿出了新方案，2017 至 2020 年间将增加电动汽车充电点以全面鼓励电动汽车在德国的发展，同时还将在改善柴油公交车的排气系统。

Barbara Hendricks 透露，已经就德国未来能源、环保政策的各项措施达成一致，计划投资 15 亿欧元资助产业整改，按部就班地降低各行业的排放量。“虽然将 2020 年排放目标推后数年，但仍维持 2030 年减排目标。”她强调。

据了解，德国计划 2030 年将可再生能源发电量占比从目前的 30%提升至 65%，原计划是 2025 年可再生能源电量占比 45%至 55%。

多座城市空气污染严重

在降低温室气体排放方面，德国的确需要“特别关注”，甚至需要进行“自我检讨”。德国环境部日前发布的 2017 年德国环境测量报告显示，相较于西部和南部，东部污染最少，70 个城镇空气中可吸入颗粒物含量超过最高规定限度，40 个城镇空气中二氧化氮含量超标。

德国之声指出，鉴于柴油汽车是二氧化氮的主要排放源之一，且目前仍是德国汽车市场的主流，大部分城市二氧化氮浓度超过欧盟规定的 40 微克/立方米上限是意料中事。根据世界卫生组织的标准，二氧化氮含量全年最多只能有 3 天超标，但德国 87%的监测站所测情况都高于这个上限。

德国第三大城市慕尼黑是该国空气污染最严重的城市，去年以年均二氧化氮含量 78 微克/立方米位居榜首。慕尼黑是德国主要的经济、文化、科技和交通中心，重工业尤以汽车制造实力较强，作为德国三大车企之一宝马的故乡，污染加剧的现状迫使慕尼黑必须直面环保挑战。

德国另外两大车企奔驰和保时捷的故乡斯图加特，空气污染程度紧随慕尼黑之后，去年年均二氧化氮含量 73 微克/立方米，虽然低于 2016 年 82 微克/立方米的水平，但空气质量情况仍不乐观。斯图加特是著名的汽车城，由于地形地势等原因，长期以来都遭受空气污染困扰。

德国第四大城市科隆以年均二氧化氮含量 62 微克/立方米的水平位列第三。以大教堂闻名遐迩的科隆是重工业城市，是德国重要的褐煤产地之一。距离斯图加特 31 公里的小城罗伊特林根，尽管人口只有约 11.2 万，但去年年均二氧化氮含量却达到 60 微克/立方米，程度与科隆不相上下。

汉堡、杜塞尔多夫、基尔、海尔布隆去年年均二氧化氮含量分别高达 58 微克/立方米、56 微克/立方米、56 微克/立方米和 55 微克/立方米。据了解，基尔是德国通往波罗的海的门户，也是重要的造船和海事基地，但优越的地理位置也没有让该市远离空气污染。

德国去年年均二氧化氮含量超过 50 微克/立方米的城镇还有以炼铁和机械为核心产业的工业城市达姆斯达特（约 52 微克/立方米）、路德维希堡（约 51 微克/立方米）、曾经的采煤炼钢城市多特蒙德（约 50 微克/立方米）。

此外，首都柏林、航铁枢纽法兰克福、美因茨等大城市的年均二氧化氮含量虽然并未超过 50 微克/立方米，但仍然确定超标，柏林达到 49 微克/立方米。

《南德意志报》指出，随着引入限速、街道收窄、奖励购买环保新车等措施，德国各城市空气污染虽然有所改善，但还是远远不够，冰冷的数字似乎是对自诩为“环保创新者”的德国的无声讽刺，进而更加折射出其在低碳能源转型之路上的举步维艰。

王林 中国能源网 2018-02-24

美国科学家正在研究可以改变大型电网储能的化合物

为了向用户提供太阳能和风能等清洁能源，当阳光或者风力不足的时候，需要一个可靠的备用储能系统来提供电能。

而解决这个问题的办法可能是采用多余的太阳能和风能来储能的解决方案，如今现在开发一种可以显著提供储能能力的化合物，这个化合物可以在阳光和风力不足的情况下将多余的电能储存起来使用。在将储能的能源转化成电能时，可以将携带相反电荷的化学溶液泵入固体电极，从而产生电子交换而提供电力。

这种被称为氧化还原液流电池的技术的关键是寻找不仅能“携带”足够的电荷，而且能长期储存而不会降解的化学物质，从而最大限度地储能和发电，并最大限度地降低系统的充电成本。

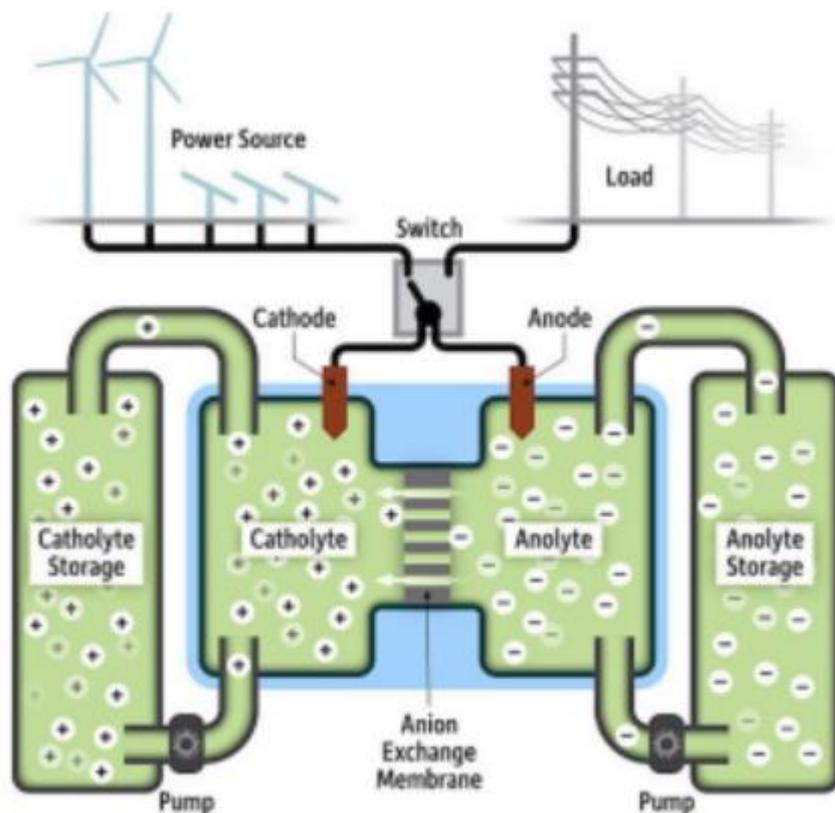
美国罗彻斯特大学的研究人员与纽约州立大学布法罗分校的研究人员开展合作，并宣称他们已经研发了一个很有可能改变能源存储的格局的化合物。

实验室的研究人员化学助理教授艾伦·马特森(Ellen Matson)在化学顶级期刊《Chemica lScience》

(化学科学)发表的一篇文章中描述了所研发的一种金属氧化物团簇，它具有很好的电化学特性，其储能能力几乎是当前的氧化还原液流电池的电解质物质储能的两倍。

报告的主要作者，马特森实验室三年级博士生劳伦·范戈尔德(Lauren VanGelder)说：“在文献中，多金属氧酸盐的储能应用是非常罕见的。在我们的研发成果推出之前，可能有一两个例子，但并没有真正发挥这些成果的潜力。”

“这实际上是分子发展的一个尚未开发的领域，”Matson 补充说。



Redox Flow Battery

应用于风能和太阳能的液流电池

这个金属氧化物团簇首先在德国化学家约翰·斯潘德尔(Johann Spandl)的实验室中研发出来的，并研究了其磁性。范戈尔德进行的测试表明，这个化合物可以将电荷储存在氧化还原液流电池中，但并不像人们所期望的那样稳定。

然而，Matson 所描述的“简单的分子修饰”，通过采用乙醇基氧化物替换化合物的甲醇衍生的甲醇盐团簇，研究团队能够扩大团簇稳定的电位窗口，可以更多地存储在电池中的电能。

马特森说：“这项工作真的很酷，我们可以通过使用甲醇和乙醇生成乙醇盐和甲醇盐团簇。这两种试剂价格低廉，容易获得，并且使用安全。而其余组成部分的金属和氧原子是地球丰富的元素。这个系统可以直接高效合成，是电荷载体发展的一个全新的方向，我们相信，这将在储能领域树立一个新的标准。”

这项研究进行的电化学测试采用马特森在实验室中使用的设备和技术。因此，而布法罗大学化学助理教授蒂莫西·库克(Timothy Cook)和库克实验室的四年级研究生安朱拉·科斯瓦塔拉奇(Anjula Kosswattaarachchi)也参与了研究。范戈尔德在 Cook 实验室进行测试设备的培训，并帮助科斯瓦塔拉奇合成化合物。

这两个研究小组申请了美国国家科学基金会的资助，作为正在进行的合作项目的一部分，将进

一步完善用于商业氧化还原液流电池的团簇。

马特森强调了范戈尔德在对团簇进行初步测试和实验所发挥的“关键作用”。“作为一个三年级的研究生，她做了一个令人难以置信的工作，在推动实验室的研究工作中发挥了重要的作用。”马特森说。

马特森去年获得的一项大学生物技术基金使实验室能够购买研究所需的电化学设备。马特森实验室的 Patrick Forrestal 也参与了这项研究。

中国储能网 2018-02-26

美称中国将在南海寻找更多可燃冰美日也将进行勘查

参考消息称，中国目前正在加紧对南海可燃冰的开发利用，并且日本、美国和印度等国也在积极进行这方面的探索。美媒称，天然气水合物被认为是未来能源的重要潜在来源，中国已经再次启动对该资源的近海勘查。

据美国有关杂志网站 2 月 21 日报道，辉固公司与广州海洋地质调查局签署了一项价值 4000 万美元的合同，计划在南海北部陆坡进行天然气水合物勘查。该项目预计于 2018 年第二季度开始进行。

这将是辉固公司为广州海洋地质调查局进行的第五个天然气水合物领域的调查项目；这两家单位自 2007 年开始进行合作。辉固公司的钻探船将为广州海洋地质调查局进行一次现场鉴定，后者将依据鉴定结果为定于 2019 年进行的中国第二次天然气水合物海洋生产测试制订计划。

报道称，中国于 2017 年首次成功地从南海开采出了天然气水合物。工程师们在一个漂浮的生产平台上单次连续作业，把被困在冰晶中的气体提取出来，并转化成天然气。

天然气水合物中含有天然气的主要成分甲烷分子。当它被带到地球表面时，1 立方米天然气水合物能释放出 164 立方米天然气。

天然气水合物储量可能有几百米厚，包括北极的永久冻土内和南极冰层之下的世界各地都发现了它们的存在。据信，南海极有可能存在天然气水合物储藏，中国政府表示将在 2016-2020 年的五年规划期内积极开发自然存在的天然气水合物。

据美国能源信息局称，全球范围内的天然气水合物储量估计在 280 万亿立方米至 2800 万亿立方米之间。这些数据意味着，按目前的消费速度，天然气水合物储量能满足全球 80 年至 800 年的天然气需求。

除中国外，日本、美国和印度也在对这种燃料进行勘查。

报道称，辉固公司迄今为止已在全世界参与许多天然气水合物领域的大型项目，其中多数项目集中于寻找和量化从水合物层可开采的天然气储藏。

张涛 参考消息 2018-02-24

太阳能

国内外光伏产业政策绩效对比研究

导读：本文从政策绩效角度，应用三阶段的 DEA 和聚类分析对 18 个国家的光伏产业政策绩效进行了定量研究。结果显示：①外部环境因素对各国光伏产业政策效率有一定的影响，规模效率低是政策效率较低的主因；②中国和德国的光伏产业虽然利用规模较大，但出现了规模不经济；③18 个国家的光伏产业政策绩效可分为三类，一类：德国、美国和日本等 11 个国家，政策效率处于相对较高的水平；二类：中国、法国和马来西亚，政策效率处于相对中等的水平；三类：奥地利、比利时、加拿大和丹麦，政策效率处于相对较低的水平。最后，依据实证分析的结果提出了一些建议。

能源作为国家发展的重要物质基础，对保障一个国家经济和社会的发展至关重要。2014 年全球一次能源消费了 129 亿吨油当量，比 2013 年增加 0.9%，其中可再生能源占比约 3%。化石能源的大量使用带来了一系列的气候问题，这使得人们将目光转向可再生能源。与其他能源相比，太阳能具有无污染、分布广泛、储量丰富等优势，因此，世界各国制定政策发展太阳能光伏产业。已有研究表明，政策是制约太阳能发展的重要因素。王伟的研究表明，我国光伏产业的发展离不开光伏产业政策支持。正是因为光伏产业政策对光伏的发展具有较强的推动作用，引起了学者们的广泛关注。主要研究热点如下：

(1)光伏产业政策演变过程、现状及不足研究。陈剑、刘红从内容导向的视角对我国光伏产业政策文本进行统计，将光伏产业划分为两个阶段，并分析了政策变迁中长期制约因素。于立宏、郁义鸿通过对光伏产业政策的不足进行分析，提出了一个基于产业链平衡发展的政策体系。邵学清等通过分析江西省新余光伏产业超常规发展之路，指出政府应当适时调整角色，促进产业的发展。甘卫华、刘振梅采用“内容分析法”对光伏产业政策和技术特征分析的文献进行了回顾和梳理，指出光伏产业未来的研究方向。孟浩、陈颖健分析了国外太阳能利用技术现状及不足，并从三个方面提出促进我国太阳能利用技术可持续发展的对策。

(2)国内光伏产业政策对光伏产业发展的影响研究。陈枫楠、王礼茂通过对光伏产业空间格局的分析发现，政府政策、技术水平、消费市场和能源效率等与光伏产业空间格局呈较强的正相关。贺正楚等采用博弈论的方法分析得出，政府的过度补贴与不妥当的补贴方式会导致光伏产业的产能过剩，从而出现政府引导政策失灵。

(3)国内外光伏产业政策的对比研究。刘益君从产业政策的角度，对比国内外光伏产业政策，发现我国的政策在内容上并无创新的地方。张楚等通过分析中美新兴产业扶持的差异性，认为政府干预会在很大程度上加速企业和产业的发展，但过度扶持会造成企业的盲目扩张。张川、何维达通过对美国的光伏产业扶植政策进行归类、汇总和分析，认为我国应扩大政策的激励对象，出台更多的“亲民”扶持政策。肖兴志、李少林分析了我国光伏产业链不同环节的激励机制问题，并通过概括德国光伏产业的激励机制，总结启示。

国内光伏产业政策的研究多集中于产业政策的演变过程、现状及存在的不足之处，对于光伏产业政策绩效的研究较为缺乏，且采用定量分析的研究较少。对于国外光伏产业政策的研究多集中在政策归纳和对国内的启示意义方面，缺乏定量分析，且样本也多集中在美国、德国等国，样本覆盖面窄。为了弥补前人研究的不足，本文首次对多个国家的光伏产业政策绩效进行了定量研究，并尝试将三阶段的 DEA 模型和聚类分析模型应用到研究中。这不仅丰富了光伏产业政策绩效的研究，而且为我国光伏产业政策制定提供参考。

1 各国光伏产业政策分析

在全球能源短缺和气候变化日益严重的背景下，各国纷纷出台政策转变能源发展方式(见表 1)，促进能源向绿色方向发展，太阳能以其可再生、储量大和无污染等优点被广泛关注。

美国、德国、意大利、法国等国在近些年对光伏的扶持力度比较大，通过颁布新法令或实行动计划，制定发展目标，再利用固定上网电价、税收等措施刺激光伏产业的发展。奥地利、丹麦和挪威等国并没有制定统一的光伏发展目标，也没有强制性要求，而是通过一些宽松型举措支持光伏技术研发项目。

中国、日本和韩国都制定了明确的光伏发展目标，并通过补贴降低安装成本。中国更是实施了大范围的“光伏扶贫”计划，在贫困地区推行光伏屋顶，政府对光伏项目给予一定比例的安装补贴，降低农户的安装成本，缩短农户投资回收期。瑞士和荷兰也有类似的项目，瑞士联邦政府根据安装项目的装机量将项目分为多种类型，根据不同类型给予不同的补贴；而荷兰则是一次性直接给予光伏安装用户 600 欧元的安装资金，刺激光伏装机量的增长。

一些国家并没有专门的光伏计划，而是通过可再生能源计划扶持光伏产业，如澳大利亚和加拿大等。马来西亚通过从电价中收取超额费用组成能源基金，支持包括光伏项目发展，该政策从 2011

年实施之后,每年光伏装机量从 2011 年的 1MW 增加到 2014 年的 87MW,光伏产业得到迅猛发展。

各国的光伏产业政策及产业发展显示,光伏产业对政策的依存度很高。如意大利每年 67 亿美元关税激励措施于 2013 年上半年到期之后,其每年装机量发生了较大变化,2012 年为 3647MW,2014 年下降到 385MW,尽管部分国家同期装机量也有所下降,但幅度并没有这么大。

表 1 各国光伏产业政策概况

| 国家 | 涉及光伏发展的主要政策 |
|------|--|
| 澳大利亚 | 依赖于国家可再生能源计划,到 2030 年,每年新增 41000GWH 可再生发电项目,其中包括许多光伏发电项目。 |
| 奥地利 | 奥地利气候与能源基金和交通、创新与技术部的项目推动光伏技术研发。 |
| 比利时 | 实施可再生能源行动计划,规定可再生能源占 20.9%,到 2020 年光伏发电量达到 1340MW。 |
| 加拿大 | 通过可再生能源项目,光伏固定上网电价政策以及小项目的投资补贴等增加光伏装机容量。 |
| 中国 | 国务院发布《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》之后,相继推出顺利并网、金融服务、增值税优惠、补贴额度和补贴方式细则等政策。实施了光伏扶贫项目。计划每年光伏新增装机量是 10GW。 |
| 丹麦 | 没有统一的光伏计划,交通与电网部门的一些基金支持光伏。 |
| 法国 | 每年装机容量为 1000MW,简化嵌入电价项目的并网发电,上调光伏建筑一体化产品的关税。 |
| 德国 | 通过能源行动推动光伏项目;实施光伏固定上网电价政策,每年预计刺激 2.5-3.5GW 装机。2012 年实施光伏新政策,补贴由原来的按年递减改为按月递减。 |
| 意大利 | 在 2013 年上半年每年 67 亿欧元关税激励项目到期后,下半年实施新法令刺激风能和光伏发电。 |
| 日本 | 实施中短期光伏技术战略,降低装机成本,增加装机容量,预计 2020 年 28GW、2030 年 53GW。 |
| 韩国 | 主要通过基础建设项目和光伏部署项目推动光伏发展,50kW 以下项目国家承担 50% 安装费。 |
| 马来西亚 | 实施光伏发电上网补贴政策,通过收取 1% 超额电价组成能源基金,用于支持包括光伏在内的新能源项目。 |
| 荷兰 | 对不同光伏公司不同的税收激励,增加对家庭更换光伏屋顶最大 600 欧元的激励。 |
| 挪威 | 没有明确的光伏发展目标,也没有激励措施,但是政府有基金支持光伏发展。 |
| 西班牙 | 与欧洲议会的光伏目标一致,继续降低能源消耗,增加新能源比例,加大光伏研发。 |
| 瑞典 | 实施新能源研究战略,每年 300 万美元用于光伏研发,计划 2020 年达到 2TWh。 |
| 瑞士 | 实施上网补贴政策,不同装机容量的系统给予不同的投资补贴,如 2-10kW 给予一定比例的一次性补贴。 |
| 美国 | 财政激励分多层级,各州采取固定上网电价政策,第三方所有等政策刺激光伏装机量的增加。 |

注:资料来源于国际能源署官网。

2 研究方法及其指标选取

公共政策绩效评估是指基于结果导向,运用科学方法、规范的流程、相对统一的指标及标准,对政府公共政策的投入产出进行综合性测量与分析的活动。因此,为了科学评价光伏产业政策绩效,需要选取评价指标并借助工具进行分析。

2.1 研究方法

(1)数据包络分析。数据包络分析(DEA)是一种广泛应用于评价投入与产出相对效率的数学方法。DEA 方法最初在使用时是假定规模报酬不变,而在不完全竞争市场,决策单元由于受到生产要素的限制难以实现规模报酬不变,因此, Fried 等提出了能够剔除环境因素和随机因素的 DEA 三阶段模型。本文要测算不同国家光伏产业政策效率,涉及光伏产业的多项投入和产出指标,加之光伏产业受到许多环境因素的干扰,因此选择 DEA 三阶段模型来测算光伏产业效率较为合适。

(2)Q 型聚类分析。聚类分析又称为群分析,它是研究分类问题的一种多元统计方法。聚类分析的思想是先让每个样本独自成为一类,再计算不同类之间的样本距离,依据距离值的大小,将距离最近的两个类聚为一类;以此循环,直到所有样本聚为一类。本文需要根据光伏产业效率的 DEA 测算值进行比较分析,采用聚类分析能够较为科学地对结果进行分类,从而比较不同国家政策效率的差异性。

2.2 指标的选取

以科学性、针对性、可操作性为原则，借鉴已有研究基础并结合本文的具体研究目标，从投入和产出角度构建了政策绩效评价指标体系。

(1)投入指标，以往关于科技政策绩效评价多选用科技活动总人数、科学家和工程师数、R&D 人员折合全时当量以及投入经费等，总体而言主要是人员和经费两类指标。因此综合考虑以往的研究和光伏产业的特点，本文选用了带有一定产业性特征的投入变量，即产业技术人员(包含 R&D 研究人员，技术人员等)和研发经费投入(包含政府和企业的 R&D)，这两类指标能够有效反应人才队伍发展和科技创新基地及平台建设。

(2)在绩效评价中，产出指标一般为产品、知识产权、新产品价值等。光伏产业的产出是光伏产业投入创造的价值，不仅包括中间产出，还包括直接的产品产出。由于各国对专利的评价标准不一，用简单的专利数量来进行比较会降低可比性，因此本文选用能够反应直接产出的“每年光伏新增装机量”“每年光伏发电量”和“每年光伏产业新增商业价值”三个指标来测量光伏产业的产出，其中“每年光伏产业新增商业价值”能反映出创新成果的经济价值和商业化水平，“每年光伏新增装机量”和“每年光伏发电量”能反映出创新成果的应用经济价值。

(3)环境变量的选取，环境因素也称为外部影响因素，是指影响光伏产业运营效率但不在样本主观控制范围内的因素，既包括国家的宏观经济环境、政府扶持激励政策等总体环境，同时也包括市场结构、规模等行业特征因素。根据光伏产业的特点和数据可获得性，本文选取三个环境变量：每年的电力消费总量、国内生产总值和人口数量(见表 2)。

2.3 样本选择及数据来源

由于光伏市场的核心在欧洲、亚洲和北美，为了研究光伏产业政策绩效，本文从欧洲、亚太和北美选取了 18 个国家进行研究。根据国际能源署的数据，样本国家在过去三年，每年新增光伏装机量占全球比例分别为 84.06%(2012 年)、86.72%(2013 年)、86.58%(2014 年);累积光伏装机量占全球比例分别为 87.03%(2012 年)、86.94%(2013 年)、86.86%(2014 年)。样本国家的光伏产业规模占到了全球光伏产业规模的 85%以上，能较为全面地反映全球光伏产业现状。

为了消除投入与产出在时间上的滞后性，本文在选用数据时，投入和产出指标分别选取第 t 年和第 t+1 年的数据。而为了减少数据因为单一年份的波动性，本文的投入指标选取的是 2011—2013 年的平均值，产出指标为 2012—2014 年的平均值，环境指标为 2011—2013 年的平均值。所有数据均来源于国际能源署官方网站。

表 2 投入松弛变量回归结果

| 投入松弛 | 指标 | 常数项 | 电力消费总量 | GDP | 人口数量 | δ^2 | γ | 单边似然比检验 |
|--------|-----|---------|--------|--------|--------|------------|-------------|----------|
| 研发经费松弛 | 系数 | 102.730 | 0.109 | -0.003 | -0.260 | 57311.513 | 1.000 | 11.36*** |
| | 标准差 | 1.312 | 0.054 | 0.001 | 0.216 | 1.000 | 0.001 | |
| | t 值 | 78.288 | 2.014 | -2.427 | -1.203 | 57311.500 | 1397.573 | |
| | 显著性 | *** | * | * | — | *** | *** | |
| 人力资源松弛 | 系数 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 4.486 | 1.000 | 20.88*** |
| | 标准差 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.565 | 0.000 | |
| | t 值 | 0.702 | 0.289 | -0.342 | -0.292 | 2.867 | 2719400.100 | |
| | 显著性 | — | — | — | — | ** | *** | |

注：***表示 P<0.001; **表示 P<0.01; *表示 P<0.05; —表示 P>0.05。

3 政策绩效结果及分析

3.1 第一阶段传统 DEA 的实证结果

利用 DEAP2.1 软件对 18 个国家的光伏产业效率水平和所处规模报酬状态进行分析，结果见表 3。在不考虑外部环境和随机误差的情况下，计算得出相对效率水平：18 个国家光伏产业的平均技术

效率值为 0.81，平均纯技术效率值为 0.94，平均规模效率值为 0.87，12 个国家的光伏产业技术效率值达到了 1 即处于技术效率前沿面上，其他国家均不同程度地处于无效率状态，有待提高。

表 3 三阶段光伏产业效率测算值比较

| 国家 | 技术效率 (TE) | | 纯技术效率 (PTE) | | 规模效率 (SE) | | 规模效益 | |
|------|-----------|------|-------------|------|-----------|------|------|-----|
| | 调整前 | 调整后 | 调整前 | 调整后 | 调整前 | 调整后 | 调整前 | 调整后 |
| 澳大利亚 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | — | — |
| 奥地利 | 0.65 | 0.39 | 0.77 | 0.95 | 0.86 | 0.41 | irs | irs |
| 比利时 | 0.69 | 0.43 | 0.87 | 0.92 | 0.79 | 0.47 | irs | irs |
| 加拿大 | 0.78 | 0.50 | 0.83 | 1.00 | 0.94 | 0.50 | irs | irs |
| 中国 | 0.80 | 0.56 | 1.00 | 1.00 | 0.80 | 0.71 | drs | drs |
| 丹麦 | 0.84 | 0.50 | 0.89 | 0.92 | 0.94 | 0.54 | irs | irs |
| 法国 | 0.72 | 0.68 | 0.72 | 0.98 | 0.99 | 0.70 | irs | irs |
| 德国 | 0.58 | 0.92 | 1.00 | 1.00 | 0.58 | 0.92 | drs | drs |
| 意大利 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | — | — |
| 日本 | 0.69 | 0.72 | 1.00 | 0.73 | 0.69 | 0.98 | drs | irs |
| 韩国 | 0.87 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.87 | 1.00 | drs | — |
| 马来西亚 | 1.00 | 0.73 | 1.00 | 0.97 | 1.00 | 0.76 | — | irs |
| 荷兰 | 0.71 | 0.87 | 0.76 | 0.97 | 0.94 | 0.90 | drs | irs |
| 挪威 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | — | — |
| 西班牙 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | — | — |
| 瑞典 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | — | — |
| 瑞士 | 0.65 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.65 | 1.00 | drs | — |
| 美国 | 0.57 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.57 | 1.00 | drs | — |
| 均值 | 0.81 | 0.82 | 0.94 | 0.97 | 0.87 | 0.84 | | |

计算结果表明，大多数国家光伏产业纯技术效率大于规模效率，这意味着多数国家的技术效率来源于纯技术效率，而不是规模效率，说明规模效率无效是制约光伏产业效率的主要因素。由于初算结果包含了外部环境和随机误差项，不能较好地反映政策绩效，需要进行调整并重新计算结果。

3.2 第二阶段 SFA 回归结果

利用统计软件进行 SFA 回归，将第一阶段投入变量得出的松弛变量作为第二阶段的被解释变量，将各个国家的环境变量、电力消费总量、GDP 和人口作为解释变量，回归得到的结果显示，SFA 模型的单边似然比统计量均大于 mixed 分布的检验标准值，回归模型通过了检验，且 δ_2 和 γ 均通过了显著性检验。说明产出与离线产出间的差距主要是由管理无效导致的，剥离原投入松弛变量中受到环境因素影响的部分，很有必要。由于环境变量是对各投入松弛变量的回归，当回归系数为负时，表示降低投入松弛的冗余，提高技术效率；反之则增加投入松弛的冗余，降低技术效率。

电力消费总量对研发经费投入的松弛变量具有正向影响，说明电力消费总量较大但也并不能有效增加行业内创新资源的配置。原因在于，尽管行业的消费需求量很大，带动了政府对行业创新给予较多的资金支持，但是获得资金支持的企业可能对研究经费的管理较为粗放，造成浪费。国内生产总值和人口数量对研究经费松弛变量的影响为负，说明经济实力的强度可以有效增进光伏行业创新资源的配置。电力消费总量、人口和 GDP 对于人力资源投入的松弛变量的影响并不显著。

3.3 第三阶段调整投入后 DEA 实证结果

对 18 个国家光伏产业效率的投入变量进行调整后，再根据调整后的投入变量和原始产出变量，计算剔除了外部环境因素和随机误差的技术效率，如表 3 所示。与调整前相比，调整后的政策效率

发生了变化。从 18 个国家光伏产业的平均效率值来看，技术效率从 0.81 上升到 0.82，纯技术效率从 0.94 上升到 0.97，规模效率从 0.87 下降到 0.84，波动的幅度较小。总的来说，样本国家的纯技术效率在第一阶段被低估，规模效率在第一阶段被高估。

剔除外部环境因素和随机误差以后，7 个国家的光伏产业技术效率有不同幅度的上升，说明这 7 个国家光伏产业所处的比较不利的环境因素限制了技术效率的提升，而不是较低的管理水平导致了低技术效率;5 个国家的技术效率在调整前后均为 1，保持不变，说明在这 5 个国家，光伏产业处于自身最优的状态;6 个国家的技术效率有所下降，说明这 6 个国家的技术效率在第一阶段被高估。与调整前相比，调整后 6 个国家的纯技术效率有明显的上升，10 个国家的纯技术效率保持不变，说明大部分国家的纯技术效率在第一阶段并未被高估。而规模效率在调整后，8 个国家呈现下降的趋势，说明这些国家规模效率在第一阶段被高估，规模不经济是导致这些国家光伏产业效率低下的原因。

剔除外部环境因素和随机误差以后，大部分国家的光伏产业处于规模报酬递增或者规模报酬不变的阶段，只有中国和德国处于规模报酬递减的阶段，说明光伏产业两大强国产业规模虽大，但出现了规模不经济。可能原因如下：由于新增装机容量增长太快，德国政府从 2012 年实施了新的政策，光伏利用补贴由原来的每年递减改为每月递减，引起了市场剧烈的动荡，这在一定程度上增加了用户安装成本，同时降低了安装的积极性，使得销售市场行情下跌，导致产业规模外在不经济;此外，国内外光伏补贴政策变化引起的市场供需失衡也在一定程度上促进了规模不经济。

中国的光伏产业发展时间短，增长过快，这一点在已有研究中得到证明。但是盲目的扩张并没有给企业带来理想的规模经济，这主要与国内光伏企业主要集中在光伏生产，而制造的产品要卖出去就依赖于欧美等电站开发的拉动，由于金融危机后开发需求量下降，国内产品滞销，促进了规模扩张后的不经济;另一方面，国内的生产补贴政策诱使一些企业涌入产业链下游的产品生产，产能大量增长，但外销不畅，内需不足，企业纷纷打出价格战，使得企业经济效益下降，导致规模不经济。

3.4 差异性分析

为进一步比较不同国家光伏产业之间的效率差异，根据效率测算值，对 18 个国家的光伏产业效率进行 Q 型聚类。由于技术效率等于纯技术效率与规模效率的乘积，导致三者之间存在共线性问题。因此，选取没有相关性的技术效率和纯技术效率作为聚类分析的指标。利用统计软件 SAS8.0 进行聚类分析，得到的结果如图 1 和表 4 所示。

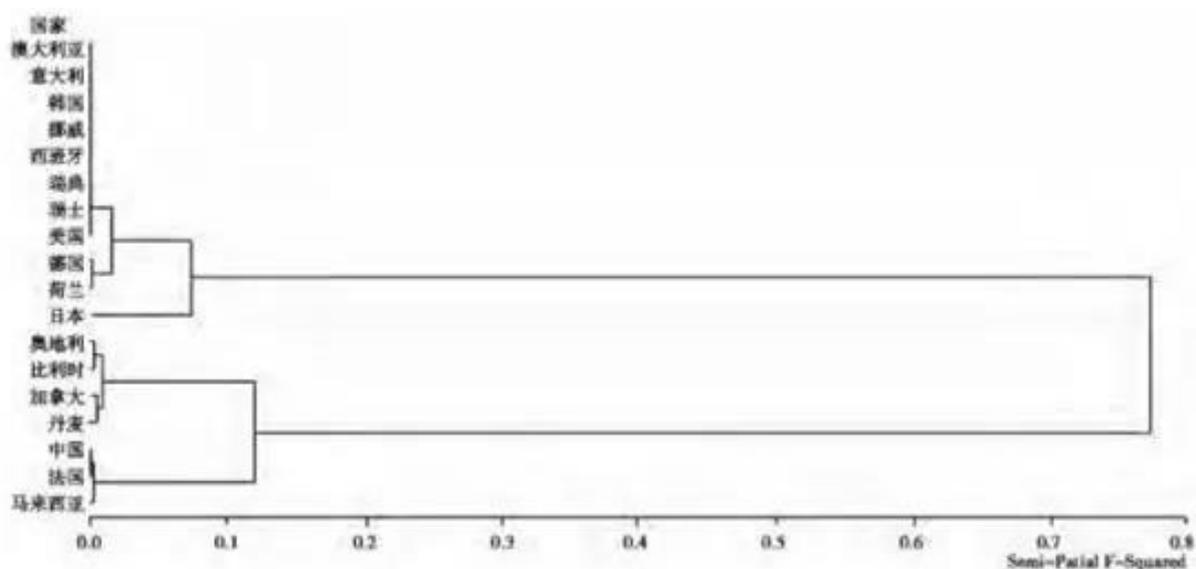


图 1 动态聚类图

表 4 中，NCL 为当前系统存在类的总个数，Clusters 为当前加入的编号，Joined 表示加入该类的

国家, FREQ 表示新类的元素个数, SPRSQ 表示类与类之间规格化最短距离, RSQ 表示 R2 统计量, ERSQ 表示偏 R2 统计量, CCC 为统计量值, PSF 为伪 F 统计量, PST2 为伪 T2 统计量, Tie 表示“节”。从 CCC 统计量可以看出, 聚为 3 类时的值最大;若聚为 4 类, 伪 F 统计量 PSF 和伪 T2 统计量都变化较大。综合各方面的情况, 聚为 3 类最为合适。

表 4 聚类过程及相关指标值

| NCL | Clusters | Joined | FREQ | SPRSQ | RSQ | ERSQ | CCC | PSF | PST2 | Tie |
|-----|----------|--------|------|-------|-------|-------|-------|------|---------|-----|
| 17 | 澳大利亚 | 意大利 | 2 | 0.000 | 1.000 | | | | | T |
| 16 | CL17 | 韩国 | 3 | 0.000 | 1.000 | | | | | T |
| 15 | CL16 | 挪威 | 4 | 0.000 | 1.000 | | | | | T |
| 14 | CL15 | 西班牙 | 5 | 0.000 | 1.000 | | | | | T |
| 13 | CL14 | 瑞典 | 6 | 0.000 | 1.000 | | | | | T |
| 12 | CL13 | 瑞士 | 7 | 0.000 | 1.000 | | | | | T |
| 11 | CL12 | 美国 | 8 | 0.000 | 1.000 | | | | | |
| 10 | 中国 | 法国 | 2 | 0.000 | 1.000 | | | 3109 | | |
| 9 | 德国 | 荷兰 | 2 | 0.001 | 0.999 | | | 1092 | | |
| 8 | 奥地利 | 比利时 | 2 | 0.003 | 0.996 | | | 395 | | |
| 7 | CL10 | 马来西亚 | 2 | 0.003 | 0.994 | | | 293 | 9.121 | |
| 6 | 加拿大 | 丹麦 | 3 | 0.005 | 0.989 | | | 220 | 0.000 | |
| 5 | CL8 | CL6 | 4 | 0.008 | 0.981 | | | 169 | 2.213 | |
| 4 | CL11 | CL9 | 10 | 0.015 | 0.966 | | | 132 | 164.231 | |
| 3 | CL4 | 日本 | 11 | 0.074 | 0.892 | 0.860 | 0.930 | 61.9 | 41.821 | |
| 2 | CL5 | CL7 | 7 | 0.119 | 0.773 | 0.724 | 0.870 | 54.6 | 32.843 | |
| 1 | CL3 | CL2 | 18 | 0.773 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | 54.623 | |

结合图 1 的结果, 可以得到 18 个国家的光伏产业效率分类情况。第一类澳大利亚、意大利、韩国、挪威、西班牙、瑞典、瑞士、美国、德国、荷兰和日本, 该类的特点是纯技术效率和规模效率 (0.91~1.00) 明显好于其他两类, 光伏产业效率处于相对较高的水平。第二类为中国、法国和马来西亚, 这三个国家光伏产业纯技术效率与第一类十分接近, 但规模效率在 0.71~0.76 之间, 低于第一类国家的规模效率值, 此类国家光伏产业效率整体处于相对中等的水平;第三类为奥地利、比利时、加拿大和丹麦, 这 4 个国家的光伏产业纯技术效率都大于 0.90, 与第一、二类国家的纯技术效率接近, 但是规模效率明显低于第一、二类, 都在 0.41~0.54 之间, 此类国家的光伏产业效率特点是纯技术效率高于规模效率, 技术效率较低主要是因为规模效率低, 光伏产业效率处于相对较低的水平。

4 结论及建议

结论如下:

(1) 剔除外部环境因素和随机误差的影响后, 各个国家的技术效率值、纯技术效率值和规模效率值均有不同程度的变化。与剔除前相比, 纯技术效率整体上被低估, 规模效率整体上被高估, 这说明外部环境因素对光伏产业政策效率有一定的影响。

(2) 剔除外部环境因素和随机误差后, 大部分国家的光伏产业处于规模报酬递增或不变的阶段, 只有中国和德国处于规模报酬递减的阶段, 说明光伏产业两大强国对光伏的利用规模较大, 但已经出现了规模不经济。

(3) 聚类分析将样本国家分为三类, 第一类: 澳大利亚、美国、德国和日本等 11 个国家, 光伏产业政策效率处于相对较高的水平;第二类为中国、法国和马来西亚, 光伏产业政策效率处于相对中等的水平;第三类为奥地利、比利时、加拿大和丹麦, 光伏产业政策效率处于相对较低的水平。

本文从三个方面提出了建议，具体如下：

(1)加强政策引导，营造良好环境。由于环境变量对样本国家的光伏产业效率值有影响，因此各国政府需要根据自身环境采取相应措施促进本国光伏产业的发展。如中国长期的盲目扩张已经出现了规模不经济，不能再盲目给予补贴，而应调整政策，采用直接与间接优惠相结合的税收措施，有针对性地实行增值税即征即退的政策，使得退还的增值税用于企业研发活动及扩大生产；鼓励企业对光伏产业链中高新技术的研发投入，对企业购买光伏产业中上游技术专用仪器设备及实验材料给予政策补贴，鼓励发展高附加值的中上游产品。

(2)加快产业调整，优化产业结构。许多样本国家由于较低的光伏产业规模效率影响了光伏产业的效率，因此，这些国家需要加快本国光伏产业结构的调整，优化产业结构，提高产业规模效率，实现规模经济发展。这样不仅可以提高本国光伏产业效率，还可以促进本国光伏企业参与国际竞争。

(3)组建研发平台，形成研发的规模效应。充分发挥大型光伏高新技术企业对创新研发的主导作用，扶持中小型光伏高新技术企业的发展。积极引导光伏企业建立光伏产业创新联盟，组建产业链中上游高新技术研发的合作平台，政府加大对企业、高校、研究机构研发及成果转化的奖励，促进形成研发的规模效应。

冯楚建 谢其军 新能源趋势投资 2018-03-02

数字化光伏平价上网必由之路

“在世界范围内，像印度、拉美、中非等很多区域在 2017 年都已经实现了光伏平价上网，其中一个很重要的因素是这些地区的自然条件非常好。与之相比，中国光伏要实现平价上网还有非常大的挑战。我们的目标也很明确，即通过技术进步加快平价上网的步伐。”日前，在全国光伏“领跑者”现场交流会上，对于中国光伏平价上网的关键因素，华为智能光伏业务总裁许映童给出了自己的答案。

据记者了解，从 2015 年首个示范基地落户山西大同以来，光伏“领跑者”计划逐步践行着“加速技术成果向市场应用转化和推广，加快促进光伏发电技术进步、产业升级，推进光伏发电成本下降、电价降低、补贴减少，最终实现平价上网”的初衷，推动了行业制造技术水平大幅提升和上网电价不断下降，光伏“领跑者”初显成效。面向未来，数字化、智能化的产品和技术或将领跑光伏行业新一轮发展。

数字化让系统更简单、
运维更高效

“很多‘领跑者’项目在自然条件上就面临很大的挑战，比如地势起伏大，地块分散，许多采煤沉陷区的地面沉降仍在继续。”中国电建集团贵州工程公司副总经理简朝辉指出，这些问题对设计方案和供应商的选型提出了更高要求。“例如在逆变器的选型上，就要求兼具生命周期长、转换效率高、维护方便快捷的特性。同样，在监控系统方面，也必须满足‘主动告警、智能分析，远程监控、集中管理，开放接口、不断扩容’的要求。”

“每一组串上都有一个检测和通讯模块，在发布指令以后，系统会迅速收集运行情况并生成曲线，根据曲线判断出故障类型和解决方案，100MW 的所有组串检测只需要约 25 分钟。”在华能新泰光伏基地 100MW 农光互补项目的总控制室，工作人员向记者演示了智能 IV 曲线功能数字化的电站巡检。“根据这条曲线走势，系统给出的描述基本可以判定为阴影遮挡，这是早上和傍晚比较容易出现的。”

据华能山东发电有限公司众泰电厂电气总工程师裴永峰介绍，新泰 100MW 农光互补项目应用华为 FusionSolar 智能光伏解决方案后，与传统的人工故障排查相比，仅通过智能 IV 曲线功能，每年便可以提升发电量约 243.3 万千瓦时。

记者在现场看到，巡检过程的简便优化仅仅是智能电站的一个缩影。组件的位置布局、支架的

跟踪控制、场站内的通讯等一系列环节都呈现出数字化、智能化的运转。现场技术人员告诉记者：“仅智能 IV 巡检一项，以一个 100MW 电站 25 年的周期计算，就可提升收益近 1000 万元。经过我们对发电量、运维、故障率等多个维度的综合测算，智能光伏比传统方案上网电价要低 0.08 元/千瓦时。”

智能逆变器+智能跟踪支架+双面组件

数字化融合提升发电量

“在技术进步、装机规模快速扩张的同时，光伏发电已经由零部件领跑向系统升级全面领跑转变。”正如协鑫集团设计研究总院总工程师万宏所言，面向未来的数字化、智能化光伏电站必须是整个系统的全面升级。

对此，许映童也深有感触。“比如一个最简单的电路系统，灯光数字化了，但是开关没有数字化，这本质上和传统的方式没有太大分别。所以，数字化需要全面融合起来。”具体到光伏电站，许映童介绍，此前的光伏系统组件、逆变器、支架等都是各自独立、难以相互感知的。“例如，支架很难基于地理位置、依照天文算法调整角度，特别是双面组件出现后，草地、沙地、水面的反射条件都不一样，不同高度组件接收发射光也不一致，只有一套固定的算法完全不行，传统的逆变器也无法和跟踪支架协同。所以，要依靠数字化的融合将逆变器、双面组件和跟踪支架结合在一起，从而提升发电量。”

据许映童透露，在接下来的“领跑者”项目中，这样的“三合一”将成为数字化组合拳的重要表现。“首先就是由组串式逆变器替代‘跟踪支架的供电和通讯’，提升系统可靠性，优化整体投资，使发电量最大化。”

在华能新泰光伏基地 100MW 农光互补项目中，跟踪支架和逆变器智能融合的效应已经显现。据裴永峰介绍，通过上述组合，可有效降低通讯和供电线路施工，减少通讯故障率。“单个子阵容量为 1750 千瓦，华为智能组串式逆变器可节约旋转支架电源线、通讯线采购及施工费用 0.02 元/瓦。”

而在双面组件与组串式逆变器的融合上，据隆基乐叶光伏科技有限公司产品总监王梦松介绍，目前结合不同的纬度、地表环境、光照条件等因素，其在新疆、黑龙江、广东、陕西等地都已经建设了双面组件与组串式逆变器的联合实证项目。“对于双面组件而言，大多数情况下背面的地表环境是无法选择的。例如，夏天长草，冬天枯萎，反射率都不一样。所以跟踪支架调整到什么角度其实是没办法通过事先的算法来控制的。但数字化的组串式逆变器可以实时找到反射率最大的点，组件也可以把实时功率回传给逆变器，最后通过自适应算法调整跟踪支架找到最佳角度。”

数字化融合，系统可交互。在与跟踪支架、双面组件的无缝融合中，华为走在了行业前面。“基于丰富的应用数据积累和大数据平台分析，华为还自主研发了业内领先的针对双面组件系统的智能设计工具，融合全场景、自适应、自学习的‘双面组件+跟踪支架’智能控制算法和业内最高效的组件 MPP 智能追踪算法，较常规的方案设计可进一步降低度电成本 8 分/瓦，提高发电量 3.9%以上。”许映童说。

可靠的数字化

让“领跑者”实现“长跑”

“随着产品、设备的数字化程度不断提高，整个系统的复杂性也会相应增加。这时，对可靠性的要求也会越来越高。比如水壶最根本的用途就是烧水。为了更加智能，我们给水壶加装了一个传感器使之成为数字化水壶，但结果这个传感器总是出问题，导致水都烧不了了。没有人会喜欢这样的数字化。”许映童这样比喻可靠性对于数字化的关键意义。“为什么跟踪支架没有大规模的推广？很重要的原因是电机的故障率比较高。我们最终的目的一定是机器服务于人而不是人服务于机器。”

对于可靠设备带来的电量提升，万宏深有体会：“内蒙乌海‘领跑者’项目位于采煤沉陷区，地形非常不稳定，扬尘也很大。项目选取了防护等级比较高的华为组串式逆变器，针对地形采用了无线传输系统。项目运行至今设备故障率低于 0.5%，发电量则提升了 2%以上，同时也降低了设备运维工作量。”

“光伏电站‘领跑’讲究效率，未来要想‘长跑’就要更加注重可靠性，而电站的可靠性通常根据设备故障率来判断。”根据北京鉴衡认证中心副主任纪振双提供的数据显示，2017年上半年，鉴衡认证共采集了150个电站数据进行可靠性分析。

“以逆变器为例，故障发电量损失率平均水平在1.5%左右，较好水平在0.5%，行业标杆水平是0.3%，华为逆变器是标杆水平的典型代表。所以光伏发电工程可靠性或者故障损失的降幅空间还很大。”此外，针对光伏电站监控系统的可靠性，纪振双也指出：“我们常用数据采集的完整率来判断整个监控系统的作用。其中包括监控项目内容和数据采集的完整率，业内平均的水平是85%，优质的企业例如华为可以达到95%以上。”

去年12月，国家能源局正式公布第三批光伏“领跑者”计划名单，其中包括山西大同二期、山西寿阳、陕西渭南、河北海兴、吉林白城、江苏泗洪、青海格尔木、内蒙古达拉特、青海德令哈和江苏宝应10个应用领跑基地和江西上饶、山西长治和陕西铜川3个技术领跑基地。

按照要求，第三批“领跑者”基地应于2018年3月31日前完成竞争优选，6月30日前全部开工建设，12月31日前全部容量建成并网；技术领跑基地应于2018年4月30日前完成竞争优选，2019年3月31日前全部开工建设，6月30日前全部容量建成并网。目前，第三批“领跑者”开跑在即，面向6.5GW的领跑规模乃至未来更多的光伏项目，场景更加复杂，数字化、智能化正在助力整个光伏生态系统的优化前行。

姚金楠 中国能源网 2018-02-27

这次太阳能发电主角 很像你家炒菜的盐

使用熔盐存贮热量的太阳能发电技术

日前，有外媒报道，除了太阳能和风能，清洁能源公司还在考虑使用熔盐发电，美国太阳能储备公司等正在推动熔盐能像太阳能和风能一样有效发电，且24小时不间断。

熔(Rong)岩(Yan)发电?乍听上去会不会有撞见火山喷发的凌乱感?其实，这次发电的主角是熔盐，没错，很像你家盐罐里的那厮。

“这也是一种对太阳能的利用，只是方式方法不同，被称为‘光热’发电。”江苏丰海新能源工程技术有限公司技术研发部负责人王福家2月6日接受科技日报记者采访时，纠正了将它与太阳能发电割裂开来的说法，“大家对光伏发电非常熟悉，它是直接把光能通过光伏组件转换为电能，而光热发电需要一个‘媒介’，将光能转换成热能储存起来，再进行发电。”

传热储热的“好帮手”

“光伏发电虽易施工、易维护，但占地面积大、受天气条件影响大，阴天发电量很低，夜晚不发电。”王福家介绍，采用成熟储热技术的光热发电可实现全天24小时稳定持续供电，相对于风电和光伏不稳定不可调的缺陷，光热发电对电网更友好，可以说是人类利用太阳能的“好帮手”。

“好帮手”有个学名叫“熔融盐”，在熔融盐光热发电的过程中，传热储热的“中介”就是“盐”。熔融盐是盐的熔融态液体，形成熔融态的无机盐，其固态大部分为离子晶体，在高温下熔化后形成离子熔体。

有论文表示，太阳能热发电被认为是可再生能源发电中最有前途的发电方式，而传热储热技术是太阳能高温热发电的关键技术。

“基本原理是把太阳的热量收集起来，把能量转入盐中使其融化，盐的温度能达到几百摄氏度，再通过它传热。”王福家说。在整个发电装置中，会涉及到3个主要部分，一是太阳能的汇集，二是熔融盐的存储，三是能量交换和转换。

“盐在集热管中，不对外接触，并且在管中不断流动。”王福家解释，“太阳能汇集的原理就和小学自然课本上那个聚光的‘镜面大锅’有些相似，比如槽式太阳能热发电就是利用抛物线形的聚光镜，将太阳光的热能聚合到集热管，使得集热管中的盐升温，直至熔化成液态。”

高温的液态盐循环流动，通过热量交换的循环将水变成水蒸气，再用蒸汽推动汽轮机，从而实现发电。王福家解释，整个过程中，熔融盐和水互不相见，都是可以循环利用的。

配比是难点，选盐需谨慎

这个叫“盐”的媒介并不一定是食盐(氯化钠)，而是各种无机盐，例如氯化钾、硝酸钾等。可以是同一类熔融盐按照一定比例混合，也可以是不同种类的熔融盐按照一定的配方混合，形成多种新型混合共晶熔融盐。

我国 2016 年 8 月 20 日并网发电的中控德令哈 10MW 熔融盐塔式电站以二元硝酸盐作为吸热、储热介质，它是我国首个投入运行的以熔融盐为传热和储热介质的塔式项目，也是继西班牙 Gemasolar、美国 Crescent Dunes 之后全球第三座商业化运行的熔融盐塔式电站。

“熔融盐类的配比是个难点，要通过不同组分的不同比例找到一个合适的熔点，寻找性能优越的混合熔融盐已成为熔融盐传热蓄热研究的主要方向之一。”王福家说。这些混合熔融盐可以根据成分配比的差异，得到各种熔点和使用温区，能够避免硝酸盐使用温度低(如硝酸钠在 308℃熔化)，氯化盐(氯化钠在 801℃熔化)熔点温度高等缺点，同时保留熔融盐热稳定性和化学稳定性等优点。

据一篇发表在《太阳能学报》的学术论文显示，相关研究通过不同配比、不同配制方法得到系列二元混合硝酸盐样品，并得到不同混合熔盐的差式扫描量热曲线，通过对配制的熔盐进行反复多次熔化和加热，研究其稳定性。从而确定二元混合硝酸盐中不同成分如何配比更适合实际应用。

大规模推广，还要迈过多个坎

虽然熔融盐发电技术已经在不多的发电站中持续供电，但这一技术仍待不断完善。吸热器预热时光斑不均匀，熔化不均会使得进盐过程中堵管……此前接受采访时，相关电站负责人坦言维护的艰难，诉说出的“痛点”主要集中于熔融盐的流动性等物理化学性质上。

此外，储能罐的材质如何实现高效储能也是降低发电成本的关键。“寻找到能够提高热量利用率，并能增加储热能力的设备也是光热设备产业化的关键。”王福家说，能源利用率的提高，无论对再生能源还是对化石能源，都是产业化中的一个永恒话题。

浙江中控太阳能技术有限公司董事长金建祥在此前接受采访时表示，中控德令哈 10MW 熔融盐塔式电站在运行过程中，遇到了两个关键问题：一是吸热器预热时光斑不均匀，熔化不均会使得进盐过程中堵塞管道。二是低温大风天气造成吸热器在进盐过程中的堵管现象。这表明，熔融盐的流动性等物理化学性质，仍是该技术实现产业化的关键障碍。

可见，从理论到产业如何走得顺畅，仍然是需要科学探索的问题。此前科学家们已经解决了储能和经济型难题，例如，在塔式的熔融盐发电场上，利用大规模定日镜场收集太阳能，将熔融盐加热并进行储存，再根据电网的调度指令，由于带有储能系统，可以实现连续、稳定、可调度的电力输出。光热发电产业链也基本不会出现光伏电池板生产过程中的高耗能、高污染等问题，而且它的发展对我国目前产能过剩的玻璃和钢铁产业有极强的带动作用，王福家认为，光热产业发展的经济贡献值将高于光伏。

“除了熔融盐之外，人们还通过导热油作为介质利用太阳能，”王福家介绍，利用光热是江苏丰海新能源工程技术有限公司进行海水淡化的方式之一。“也是通过抛物线形的聚光镜将太阳能聚到集热管中，管中流动的是导热油，而不是熔融盐，通过热油将海水蒸发冷凝后实现淡化。”

无论采取哪种介质，它们都要有“海绵”的特性，能将太阳能吸收到“体内”，并在需要的时候释放出来，通过自己的“吸吐”，实现太阳能的“时空旅行”。

张佳星 科技日报 2018-03-01

氢能、燃料电池

“先进燃料电池发电技术”通过验收

2月27日从科技部获悉,近期,科技部高新司在长春组织召开了“十二五”国家863计划主题项目“先进燃料电池发电技术”验收会。该项目共设2个课题,由中国科学院长春应用化学研究所、武汉银泰科技有限公司、中国科学院大连化学物理研究所、清华大学、东方电气集团等多家单位共同完成。

项目经过多年攻关,针对现有直接甲醇燃料电池长时发电系统和千瓦级燃料电池与太阳能电池互补的供能系统这两种燃料电池发电技术在成本、效率和寿命方面的应用瓶颈,研制了质子交换膜、纳米电催化剂等关键材料及核心部件膜电极,膜电极在80°C时峰值功率密度达到262兆瓦/平方米;开展了直接甲醇燃料电池电堆及系统集成技术研究,组装了额定输出功率为5瓦、10瓦、20瓦、100瓦、150瓦及500瓦等系列样机,能量转化效率达到26.3%,累计运行2600小时,衰减率8.9%;研制了2套3千瓦高压氢源-燃料电池一体化智能电源系统样机、1套3千瓦低成本燃料电池备用应急电源系统以及1套5kW级燃料电池供电系统,并在通信基站予以试用。

作为我国在氢能与燃料电池领域的一项重要布局,本项目突破了故障快速诊断和响应技术、燃料储供技术、智能化管控技术、系统集成等关键技术;培养了一批技术骨干人才,为建立我国自主的氢能与燃料电池产业及在能源、交通等重要领域的社会经济发展提供了良好的保障。

中证网 2018-02-27

氢燃料电池的春天才刚刚开始

电池中国网认为,近年来燃料电池在生产成本、电池技术以及市场开拓等方面已经取得了不小的进步,在标准制定、政策颁布、协会组织的成立等方面也可圈可点。然而,氢燃料电池业要做到像锂电池产业一样成熟,还有很长一段路要走。氢燃料电池的春天才刚刚开始。

政策支持力度不减,资本青睐有加,研发不断突破,企业加码布局.....我国氢燃料电池业经过多年发展,终于迎来了期待已久的春天,而且这春天才刚刚开始。

中国氢能战略联盟成立

2018年2月中旬,在全国政协副主席、科学技术部部长万钢,国家工业和信息化部部长苗圩等相关领导见证下,中国氢能源及燃料电池产业创新战略联盟(以下简称“中国氢能战略联盟”)在北京正式成立。

据了解,中国氢能战略联盟属于跨学科、跨行业、跨部门的国家级氢能产业联盟,它通过集聚相关产业在产、学、研各方面的技术资源,加强协同创新,推动制氢、储运氢、加氢基础设施、燃料电池应用等全产业链的技术突破。

此外,中国氢能战略联盟还将统筹指导联盟成员,在氢能利用技术、安全技术、氢能技术标准上开展深度合作,推动氢能和燃料电池在国防、分布式能源、汽车动力、储能装备等方向的跨领域应用,加速推进中国的氢能产业布局。中国氢能战略联盟对提升我国氢能和燃料电池技术的市场成熟度和国际竞争力意义重大。

燃料电池汽车补贴力度不减

目前,财政补贴仍是新能源汽车发展的一个重要推动因素,对于正处于商业化起步阶段的氢燃料电池业来说,财政补贴“扶一把”尤为重要。

在2018年2月14日公布的《关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》中,其他新能源汽车的补贴标准都有了不同程度的退坡,燃料电池汽车补贴力度仍保持不变。最新补贴政

策规定，燃料电池乘用车按燃料电池系统的额定功率进行补贴，燃料电池客车和专用车采用定额补贴方式。

在其他新能源汽车补贴标准下调的情况下，新补贴政策对氢燃料电池汽车的扶持力度不变，这本身就是国家对氢燃料电池汽车发展高度重视的体现，它对氢燃料电池业的积极影响是不可估量的。

氢气的低温制备和存储成为现实

2018年2月27日，“2017年度中国科学十大进展”在北京发布，“实现氢气的低温制备和存储”与“实现星地千公里级量子纠缠和密钥分发及隐形传态”等重量级科研成果入选。

一直以来，氢气的高效制备及安全存储和运输是阻碍氢能源大规模应用的瓶颈，也是氢燃料电池汽车发展的一个阻碍。一般的氢气储存体系，要么价格高昂，要么储存容量有限，一种可能的解决方案是将氢气存储于液体甲醇中，通过水和甲醇的液相重整反应，原位产氢供燃料电池使用。

北京大学化学与分子工程学院马丁研究组与中国科学院山西煤化研究所温晓东及大连理工大学石川等合作的研究表明，将铂的单原子分散在碳化钼(α -MoC)上制备的催化剂，可用于甲醇的液相重整，与之前制取方法相比，在150~190摄氏度能够表现出很高的产氢活性。

此外，该研究团队在水煤气变换产氢过程($\text{CO}+\text{H}_2\text{O}=\text{CO}_2+\text{H}_2$)中也突破了低温条件下高反应转化率与高反应速率不能兼得的难题，发展了基于Au/ α -MoC的新一代催化过程。

该研究工作构建了新的化学高效储放氢体系，为燃料电池的原位供氢提供了新的思路，并有望作为下一代高效储放氢新体系得到应用。

电池中国网认为，近年来燃料电池在生产成本、电池技术以及市场开拓等方面已经取得了不小的进步，在标准制定、政策颁布、协会组织的成立等方面也可圈可点。然而，氢燃料电池业要做到像锂电池产业一样成熟，还有很长一段路要走。氢燃料电池的春天才刚刚开始。

东塘 电池中国网 2018-03-02

核能

国家电投成功申报立项我国核电领域首个国际标准

近日，由国家电投申报，上海核工院承担的国际标准 IEC(国际电工委员会)63186《核电厂-安全重要仪表和控制系统-地震停堆系统推荐性设计准则》成功立项，实现了我国核电领域在国际标准化组织(ISO 和 IEC)标准制定上的历史性突破，标志着我国在核电国际标准制定上实现了从参与者到领跑者的转变。

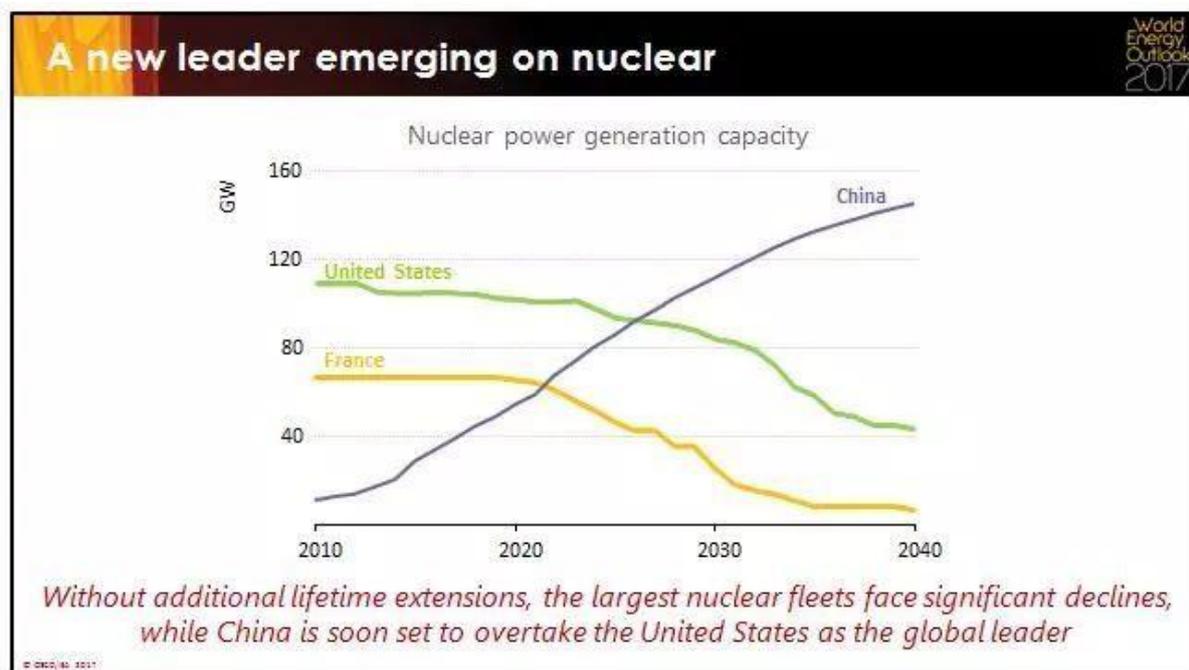
2017年2月，上海核工院依托 CAP1400 示范工程设计及安全审评实践，高效完成了《核电厂地震自动停堆系统推荐性设计准则》标准初稿的编制和提案上报。7月，该提案作为唯一推荐的国际标准提案由国家标准化委员会上报，IEC 中央办公室于2017年11月24日正式通过，并任命上海核工院担任项目单位，协同美国、法国、俄罗斯等8个国家的13名专家共同开展标准制定工作。

此项核电标准的制定对于保障核电安全高效发展，推动国际核安全体系建设，具有积极的促进作用。上海核工院将做好组织协调和资源保障，全力支持项目 IEC 专家团队开展各项工作，高质量地完成我国核电仪控领域首个 IEC 标准制定。

国际电工委员会(IEC)是制定和发布国际电工电子标准的国际机构，于1906年正式成立。IEC 在促进电气、电子工程领域中标准化及相关问题的国家合作，增强国际间的相互了解方面具有举足轻重的作用。

国家核电 2018-03-02

国际能源署：中国将超美国成核电第一大国



△中国、美国、法国核电发电量预测

在近日举行的伦敦国际石油周上，国际能源署署长法提赫·比罗尔表示，由于美国和欧洲在核电方面的投资不足，而中国在核电站建设方面领先，中国将很快超过美国，成为世界上核能发电量最大的国家。

比罗尔强调，自 20 世纪 60 年代以来，美国一直是全球核电的领导者，但由于核电新增容量少，且现有核电站均无延长使用期计划，所以，美国的核电第一大国地位难保。同样，欧洲的核电行业也不景气，如法国的主要核电企业近年来正经历迅速衰落。最近 20 年间，美国只有一座新建核反应堆投产，从融资到建设都由政府主导。美国核能监管机构——原子能监管委员会数据显示，当前美国全境内只有 4 座核反应堆在建，两座位于佐治亚州，另外两座在南加利福尼亚州。“如果这种状况不得到改善，美国的核电在所有电力供应中的比重将从当前的 20% 下降到 7%。”

比罗尔举例说：“中国的核电发展速度很快，当前全球在建核反应堆有 60 个，其中超过 1/3 建在中国。”

比罗尔还强调了中国能源政策对世界能源格局变化的影响力。“在能源领域，中国发生变化时，一切都会随之改变，中国能源政策的变化就意味着全球能源市场的变局。”

比罗尔称：“我举一个例子，仅仅在半年前，中国政府加大了限制煤炭使用量的力度，进而转向更多使用天然气，由此，中国的液化天然气进口量同比增长了 50%，亚太地区的液化天然气均价也由原来的 6 美元增加到 12 美元。”

中国能源网 2018-02-24