

科技情报观察

2022年第11期（总第11期）

上海交通大学图书馆

2022年12月05日

未来能源专辑

内容提要

国际动态

国际能源署发布《2022年世界能源展望》

国际可再生能源署发布《2022世界能源转型展望》

法国国家电网发布《法国未来能源2050》

英国石油公司发布《世界能源展望（2022年版）》

麦肯锡发布《2022年全球能源展望》

国内进展

国家能源局、科学技术部印发《“十四五”能源领域科技创新规划》

中国能源研究会举办四届“未来能源大会”

上海印发《上海打造未来产业创新高地发展壮大未来产业集群行动方案》

北京市人民政府发布《北京市“十四五”时期能源发展规划》

浙江省人民政府发布《浙江省国资国企改革“十四五”规划》

热点论文

中国科学院理化技术研究所：我国可再生能源与盐穴氢储能技术耦合发电的分析与展望

上海交通大学何光宇教授：适应新型电力系统的互替电量价格机制

苏光辉教授团队：“双碳”背景下核能高质量发展浅析

浙江大学王勇教授团队：多功能生物炭材料的形貌调控

上海交通大学陈思捷副教授：能源系统中的区块链：价值、机会和局限性

■ 专题报道

关于新型储能

国家发改委、国家能源局印发《“十四五”新型储能发展实施方案》

国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司印发《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》

中国能源研究会储能专委会、中关村储能联盟发布《储能产业研究白皮书2022》

中共湖南省委、湖南省人民政府发布《关于完整准确全面贯彻新发展理念 做好碳达峰碳中和工作的实施意见》

EESA 公布《2021 年全年储能产业链数据排名》

国际能源署发布《2022 年世界能源展望》

2022 年 10 月 27 日，国际能源署（IEA）发布《世界能源展望 2022》报告指出，全球能源危机或将成为迈向更清洁、更安全的历史性转折点。目前全球能源危机正带来前所未有的复杂性冲击，天然气、煤炭、石油和电力市场震荡最为显著。报告基于全球最新政策设置的既定政策情景显示，到 2030 年新措施将有助于推动全球清洁能源每年投资超 2 万亿美元，比目前增长 50% 以上。随着对核电和可再生能源的支持，煤炭使用量将在未来几年内回落，天然气需求将在 2020 年代末期达到平稳，石油需求将在 2035 年左右趋于平稳，到 2050 年略微下降。报告要点如下：

全球能源排放将在 2025 年达到峰值，俄乌冲突加速能源转型；到 2050 年实现净零排放仍具有可实现性，在净零排放情景中，电力将成为全球能源系统转型的关键，清洁能源投资将明显增加；全球化石燃料的需求将从 2025 年左右开始进入平台期，到 2050 年煤炭消费量将大幅减少，电动汽车的快速普及将促使石油需求提前达到峰值；未来碳捕集、利用与封存技术将得到广泛应用；全球天然气需求将很快达到峰值，2030 年需求将较 2021 年水平低 10%；到 2030 年，全球清洁能源投资将比目前水平增加 50% 以上，其中太阳能和风能占比最大。

来源：国际能源署（IEA），<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>

国际可再生能源署发布《2022 世界能源转型展望》

《2022 世界能源转型展望》，报告指出，在采取短期干预措施解决当前能源危机的同时，必须坚定不移地关注能源转型的中期和长期目标。高昂的化石燃料价格、能源安全问题和气候变化带来的紧迫问题强调了加快发展清洁能源系统的迫切需要。在 2021 年版本基础上，新版报告提出了世界能源转型的优先领域，概述了到 2030 年保持升温 1.5℃ 所需的优先行动。报告呼吁各国政府加快推进能源转型，为民众提供更多、更安全、恢复力更强和可负担的能源。

2022 年版的《世界能源转型展望》提出了利用现有可大规模部署的解决方案实现 2030 年里程碑的优先领域和行动。进展将取决于政治意愿、目标明确的投资和技术组合，以及将这些技术落实到位并优化其经济和社会影响的一揽子政策。以下将讨论最优先的事项，他们必须同时实现，才能使能源转型朝着 1.5℃ 的目标迈进。

- 1) 用可再生能源电力取代煤电至关重要；
- 2) 增加可再生能源供应和积极的能效战略是到 2030 年将排放量减半的最现实路径；

3) 对基础设施进行升级、现代化改造和扩建, 打造能够容纳高比例可再生能源的灵活能源系统;

4) 淘汰化石燃料资产应与消除市场扭曲和激励能源转型解决方案的措施相结合;

5) 所有新建建筑都要节能, 并大幅提高改造率;

6) 需要一套涵盖所有技术途径的全面政策, 以在 2030 年前实现必要的部署水平;

7) 需求侧管理将有助于在短期内缓解多重挑战, 同时有助于能源和材料供应的长期安全。

来源: 国际可再生能源署 (IRENA), <https://www.irena.org/publications/2022/Mar/World-Energy-Transitions-Outlook-2022>

■ 法国国家电网发布《法国未来能源 2050》

2021 年 10 月 25 日, 法国国家电网发布《未来能源 2050》报告, 建构出电力系统未来 30 年在碳中和目标下, 可再生能源(太阳能、风能及其他可再生能源)与核能配比的六种情景, 考量参数为技术可行性、成本和对环境及社会的影响。

报告指出, 未来电力消费将大幅上升, 本世纪中叶用电量将较目前上升 35%; 要想 2050 年实现碳中和, 必须大规模发展可再生能源。其中, 重点发展太阳能和风能, 到 2050 年前者累计装机预计超过 100 吉瓦, 后者累计装机预计近 80 吉瓦。报告支持可再生能源和核能混合的能源结构, 认为弃用核能是可以实现的, 但需大力发展非常昂贵的氢能, 且发展可再生能源速度需大幅提高; 从经济学角度来讲, 核能配比越高, 电力成本就越低, 新建核反应堆是合理选择。法国计划到 2050 年新建 6 座第三代压水反应堆(EPR2), 第一座将于 2035 年投入运营, 并开展再建设 8 座反应堆的可行性研究。此外, 政府还将要求在保障安全运营前提下, 将目前在运核反应堆的使用寿命从 40 年延长至 50 年。通过上述措施, 到 2050 年将新增 25 吉瓦的核电装机容量。

来源: 法国国家电网, <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

■ 英国石油公司发布《世界能源展望 (2022 年版)》

英国石油公司(BP)发布了《2022 年世界能源展望报告》。报告主要阐述了全球能源转型的可能路径、未来三十年全球能源市场的演变及对其产生影响的主要不确定性因素等相关话题。以下为 2022 年关键主题:

1) 能源需求结构发生变化, 化石燃料的重要性逐渐下降, 取而代之的是可再生能源的份

额的增加和电气化程度的提高。向低碳世界过渡需要一系列其他能源和技术，例如低碳氢、现代生物能源和碳捕获、使用和存储（CCUS）。

- 2) 向低碳能源体系的转变导致了全球能源市场的根本性重组，能源结构更加多样化，市场竞争更为激烈，经济租金转变，客户选择发挥更大作用。
- 3) 石油需求上升至高于 COVID-19 前的水平，随后进一步下降。石油需求的下降是由道路运输效率的提高和电气化所推动的。现有油气产量的自然下降意味着未来 30 年需要继续投资新的上游油气。
- 4) 随着快速增长的新兴经济体继续工业化并减少对煤炭的依赖，它们对天然气的需求增加。液化天然气的增长在增加新兴市场的天然气供应方面发挥着核心作用。
- 5) 风能和太阳能发电迅速发展，占全球发电量增长的全部或大部分这得益于其成本的持续下降以及电力系统整合高度集中的可变电力的能力不断增强风能和太阳能的增长需要大幅增加对新产能和技术基础设施的投资步伐。
- 6) 现代生物能源的使用大幅增加，为难以减少的行业提供了化石燃料的低碳替代品。
- 7) 随着能源系统逐步脱碳，将能源输送到难以电气化的活动和过程中，特别是在工业和运输领域，低碳氢的使用越来越多。低碳氢的生产以绿色氢和蓝色氢为主，随着时间的推移，绿色氢的重要性越来越大。
- 8) CCUS 在支持低碳能源系统方面发挥核心作用：捕获工业过程中的碳排放，提供二氧化碳去除源，并减少化石燃料的排放。
- 9) 世界可能需要通过一系列的二氧化碳去除技术来实现深度和快速脱碳，例如生物能源结合碳捕获和存储、自然气候解决方案以及直接空气捕获和存储。

来源：英国石油公司(BP)，<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html>

■ 麦肯锡发布《2022 年全球能源展望》

2022 年 4 月 26 日，麦肯锡发布《2022 年全球能源展望》，分析了全球能源发展趋势，主要结论包括：①尽管越来越多的国家政府和企业致力于实现大幅的脱碳目标，但由于地缘政治紧张局势和能源需求的反弹，能源市场面临极端性波动；②能源结构预计将向电力转移，到 2050 年，电力、氢气和合成燃料将占能源结构的 50%；③对化石燃料需求的峰值预计将继续向前推移，石油需求预计在未来五年内达到顶峰；④即使所有国家实现其承诺的净零排放

目标，但预计到 2100 年全球气温仍将升高 1.7 °C；⑤能源领域的总投资预计将以每年 4% 以上的速度增长，并将向非化石和脱碳技术倾斜，但回报仍不确定。

来源：麦肯锡，<https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/global-energy-perspective-2022>

国家能源局、科学技术部印发《“十四五”能源领域科技创新规划》

为深入贯彻落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略和创新驱动发展战略，加快推动能源科技进步，根据“十四五”现代能源体系规划和科技创新规划工作部署，2022年4月2日，国家能源局、科学技术部联合编制了《“十四五”能源领域科技创新规划》。

《规划》围绕先进可再生能源、新型电力系统、安全高效核能、绿色高效化石能源开发利用、能源数字化智能化等方面，确定了相关集中攻关、示范试验和应用推广任务，以专栏形式部署了相关示范工程，并制定了技术路线图。

一是先进可再生能源发电及综合利用技术方面。提出聚焦大规模高比例可再生能源开发利用，研发更高效、更经济、更可靠的水能、风能、太阳能、生物质能、地热能以及海洋能等可再生能源先进发电及综合利用技术，支撑可再生能源产业高质量开发利用；攻克高效氢气制备、储运、加注和燃料电池关键技术，推动氢能与可再生能源融合发展。

二是新型电力系统及其支撑技术方面。提出加快战略性、前瞻性电网核心技术攻关，支撑建设适应大规模可再生能源和分布式电源友好并网、源网荷双向互动、智能高效的先进电网；突破能量型、功率型等储能本体及系统集成关键技术和核心装备，满足能源系统不同应用场景储能发展需要。

三是安全高效核能技术方面。提出围绕提升核电技术装备水平及项目经济性，开展三代核电关键技术优化研究，支撑建立标准化型号和型号谱系；加强战略性、前瞻性核能技术创新，开展小型模块化反应堆、（超）高温气冷堆、熔盐堆等新一代先进核能系统关键核心技术攻关；开展放射性废物处理处置、核电站长期运行、延寿等关键技术研究，推进核能全产业链上下游可持续发展。

四是绿色高效化石能源开发利用技术方面。提出聚焦增强油气安全保障能力，开展常规油气和非常规油气勘探开发、输运和炼化领域相关关键核心技术攻关，有效支撑油气勘探开发和天然气产供销体系建设。聚焦煤炭绿色智能开采、重大灾害防控、分质分级转化、污染物控制等重大需求，形成煤炭绿色智能高效开发利用技术体系。突破燃气轮机相关瓶颈技术，提升燃气发电技术水平。

五是能源系统数字化智能化技术方面。提出聚焦新一代信息技术和能源融合发展，开展能源领域用数字化、智能化共性关键技术研究，推动煤炭、油气、电厂、电网等传统行业与数字化、智能化技术深度融合，开展各种能源厂站和区域智慧能源系统集成试点示范，引领能源

产业转型升级。

来源：中华人民共和国中央人民政府，http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-04/03/content_5683361.htm

中国能源研究会举办四届“未来能源大会”

未来能源大会（英文名称 Future Energy Convention，缩写 FEC），是一个致力于探索未来能源发展趋势的研究与交流平台。首届未来能源大会于 2018 年召开，现已成功举办四届。未来能源大会已经成为“双碳”目标推进和能源科技领域知名的学术活动。

杜祥琬：可再生能源+储能+智能电网+可循环材料（设备）

“构建以新能源为主体的新型电力系统，这一句话好说，但是内容非常丰富，纵向的源网荷储一体化，横向多能互补，要把我们新能源，可再生，特别是大家关注的有间歇性的风能、太阳能这些能源，和智能电网，和各种储能技术等等，各种灵活性资源相集成，让我们的电力系统具备柔性、平衡功能，达到优质电力输出，我想是这样的含义。能源转型大势下，能源核心资产将不再是煤矿和油气田，而是新能源技术的创新开发能力和对新能源关键矿物质的掌控及新材料的科学创新。”

中国能源研究会理事长史玉波：可再生能源+数字化/智能化

“大力发展清洁能源、可再生能源、光伏、风电、氢能、新能源汽车既是国家安全战略的需要也是全球范围内新能源革命的必然要求。同时，我们也要积极拥抱数字化、智能化等先进技术来提升能源使用效率，借助绿色投融资手段促进能源经济可持续转型。”

中国能源研究会分布式能源专委会副主任、中国能源网首席研究员韩晓平

“对于电的认识，电是唯一最高品位能源，没有之一，氢也不是，碳中和其实就是电力系统最主要的任务，我们的电力系统能够覆盖所有能源 90% 的时候，我们才可能真正实现碳中和，维持电力系统的可靠性、稳定性和它的参与性，将成为我们下一步电力工作持续的一个目标，通过电力和数字化电网，打通能源信息和交通。”

中国科学院院士、清华大学车辆与运载学院教授欧阳明高：电动汽车是储能装置

“2030、2060，现在风电光伏大家都有共识，是完全能够推广的，但是它有个瓶颈，就是储能，这个就得靠电池氢能电动汽车来解决，所以在新能源革命这五大支柱体系中间，其实我们氢气电池储能和电动汽车用能储能回馈能源，这都是非常重要的。所以从储能的角度，从新能源革命角度，我们储能和新能源汽车共同的载体就是电和氢，石油那时候是柴油、汽

油、煤油，现在就是电和氢。这就是一张储能的周期和储能的规模，我们把它划分一下，其实主要的是：一个是电池范畴，一个是氢能范畴，氢及其他的载体。这两个载体共同过程主流的动力类型和储能方式，从实现零碳经济，我们就需要在电气化和氢能的规模应用。”

来源：中国能源研究会，https://www.china5e.com/subject/show_1248.html

■ 上海印发《上海打造未来产业创新高地发展壮大未来产业集群行动方案》

2022 年 11 月 23 日，为贯彻习近平总书记关于抓紧布局未来产业的重要指示，落实党的二十大精神和市第十二次党代会精神，强化高端产业引领功能，积极布局未来发展新赛道，上海出台《上海打造未来产业创新高地 发展壮大未来产业集群行动方案》。

在打造五大未来产业集群中提到打造未来能源产业集群。面向能源安全和可持续发展，以核心突破、首创示范为导向，推动先进核能、新型储能等技术研发突破及产业化。如在氢能领域，计划到 2025 年，建设各类加氢站 70 座左右，建成 3 到 5 家国际一流的创新研发平台，燃料电池汽车保有量突破 1 万辆，氢能产业链产业规模突破 1000 亿元。

来源：上海市政府，https://www.shio.gov.cn/TrueCMS/shxwbgs/2022n_11y/content/9e7110e6-eece-4f9b-8f89-14e31d1252f8.html

■ 北京市人民政府发布《北京市“十四五”时期能源发展规划》

2022 年 4 月 1 日，北京市人民政府印发《北京市“十四五”时期能源发展规划》，规划提出，提高燃气供应保障能力，持续拓展多源多向气源通道，大幅提升应急储备能力，优化市域输配管网布局，扩大城乡覆盖，增强用气保供能力。

大力推进“减煤、稳气、少油、强电、增绿”。非应急情况下基本不使用煤炭，天然气消费量控制在 200 亿立方米左右，电力占终端能源消费比重达到 29%，可再生能源消费比重力争提高 4 个百分点，达到 14.4% 以上，外调绿电力争达到 300 亿千瓦时。全市供电可靠率达到 99.996%，电网高峰负荷削峰能力达到最高用电负荷 3%-5%。天然气应急储备能力达到 14 亿立方米左右，成品油储备达到国家要求。基本完成全市燃油供热锅炉、剩余农村村庄供暖散煤和燃煤锅炉清洁改造。构建形成反应快速、处置高效应急保障体系。

来源：北京市人民政府，

http://fgw.beijing.gov.cn/fgwzgwkg/zcgk/ghjhw/wnjh/202204/t20220401_2691964.htm

浙江省人民政府发布《浙江省国资国企改革发展“十四五”规划》

2021 年 6 月 21 日，浙江省人民政府办公厅关于印发浙江省国资国企改革发展“十四五”规划的通知。在提升战略性新兴产业和未来产业拓展水平中提到：整合培育绿色低碳产业。推进省属环保资产整合优化，重点布局高效节能设备制造、绿色节能建筑材料制造、节能工程施工、节能研发与技术服务等节能产业，污染防治、生态修复、环保工程、环保设备、环境监测与治理等环保产业。科学推动能源结构调整，大幅提升风能、太阳能、水能、生物能等可再生能源装机规模，培育氢能、先进储能等未来能源产业，加快构建清洁高效能源供应体系。

来源：浙江省人民政府，https://www.zj.gov.cn/art/2021/6/21/art_1229019365_2305353.html

中国科学院理化技术研究所：我国可再生能源与盐穴氢储能技术耦合发电的分析与展望

摘要：该文结合我国目前可再生能源与氢能的发展趋势对国内外当前地下盐穴储氢技术的发展现状进行了综述，指出江苏省拥有丰富的可再生能源与地下盐穴资源，其可再生资源与储能地址的重合性较好可作为发展该技术路线的理想选址。并对可再生能源与盐穴氢储能耦合发电技术的可行性与该技术路线全周期的发电成本进行了系统分析。这一技术路线通过可再生能源电解水制氢以化学能形式回收可再生能源，然后通过地下盐穴大规模储能，并在需要时利用燃料电池再发电将可再生能源重新利用。本文综合考虑了和分析了制氢成本、储氢成本以及再发电成本对该技术路线再发电的度电成本进行了初步分析。结果表明：当前该方式再发电的度电成本度电成本较高，为 1.88 元/kWh 左右，其中电费成本和设备成本分别占总成本的 61.1%和 25.6%。若利用可再生能源发电的过盈电能进行电解水制氢且技术路线中的相关设备成本降低至当前的 50%，则该技术路线的度电成本可降低至 0.49 元/kWh。想要进一步降低该技术路线的发电成本则还需要依赖于技术和制造水平的进步将燃料电池的发电效率进一步提高，若燃料电池效率提升至 60%，则该技术路线的度电成本能够进一步降低至 0.43 元/kWh，基本与当前电价持平具有实际应用价值。同时该技术路线的发展能够促进相关制造业的发展与技术进步提高我国能源安全与在国际能源领域的竞争力，并助力我国尽快实现能源结构优化转型和我国“双碳”目标。随着未来电解槽和燃料电池等设备的技术水平与效率的提升，该技术路线将具有极高的应用前景。

来源：周晗，李正宇，徐俊辉，陈留平，龚领会. 我国可再生能源与盐穴氢储能技术耦合发电的分析与展望[J]. 储能科学与技术, 2022.

上海交通大学何光宇教授：适应新型电力系统的互替电量价格机制

摘要：为从根本上克服 LMP 机制的缺陷，该文提出了一种适应新型电力系统发展要求的新市场机制，称为互替电量价格（substitute energy price, SEP）机制，并建立了与之兼容的两阶段日前市场出清模型（互替电量市场和调节电量市场）。该模型通过定义互替电量、调节电量两个商品，以及与之相对应的互替电量市场与调节电量市场，可反映新型电力系统各参与者的客观市场价值（包括电量价值与调节价值）、新型供需关系（即电量供需关系和调节供需关系）、以及连续功率平衡的本质。测试结果表明传统的 LMP 机制无法合理评估调节需

求与调节贡献，同时 LMP 机制容易产生负面的市场效应，新能源发电商借用储能在 LMP 市场中的逐利行为容易导致社会总福利的损失和更严重的鸭子曲线问题。该文所提出的 SEP

制克服了这些缺陷，能够保障电量与调节交易的公平性与合理性，并产生正面的市场效应，对于多类系统级指标均具有高度的激励相容性，能够良好地引导新能源和储能，并促进社会总福利提升，缓解鸭子曲线问题。总而言之，基于 SEP 的市场机制为所有电量资源和调节资源提供了公平竞争环境，有助于激励新能源和储能的建设与发展，促进现代电力系统向新型电力系统转型。

来源：Jucheng Xiao, Guangyu He, Shuai Fan, Zuyi Li, Substitute energy price market mechanism for renewable energy power system with generalized energy storage[J]. Applied Energy, 2022

■ 苏光辉教授团队：“双碳”背景下核能高质量发展浅析

摘要：实现碳达峰、碳中和的“双碳”目标是破解环境资源约束、实现人与地球和谐共生的必然要求。核能在利用过程中碳排放量小、环境适应性强，是能源体系向清洁、高效、低碳方向转型升级的支撑性能源之一。本文结合核能特点和优势，分析了其在“双碳”背景下的发展机遇，包括发电、供热、制氢以及海水淡化等。在核能高质量发展过程中，还需要关注安全性、经济性、灵活性以及长期可持续发展等问题。为服务“双碳”战略，西安交通大学核反应堆热工水力研究室(NuTHeL)围绕第三代压水堆和钠冷快堆的热工安全问题开展了相关研究工作，助力核能的高质量发展。

来源：Ronghua Chen, G. H. Su, Kui Zhang. Analysis on the high-quality development of nuclear energy under the goal of peaking carbon emissions and achieving carbon neutrality [J]. Carbon Neutrality, 2022.

■ 浙江大学王勇教授团队：多功能生物炭材料的形貌调控

摘要：具有可控形貌和结构的功能炭材料的制备在材料化学领域一直占据着重要的地位，因此找到一种简单高效且经济环保的合成方法具有重要的意义。借鉴自然界中生物化石能源的形成过程，水热法被开发用于功能生物炭材料的合成。水热合成的生物炭表面含有大量的极性官能团，并可以通过不同温度煅烧控制官能团的数量，极大地拓展了材料的应用范围。然而传统水热法因其反应温度高，反应物之间组装能力弱，模板的热不稳定性以及复杂的后处理过程限制了其进一步发展，因此如何控制水热过程中聚合物的组装以及最终材料的形貌

是一个亟需解决的问题。鉴于此，浙江大学王勇团队开发出一系列方法，得到大量具有特定形貌的功能生物炭材料。本篇综述基于该课题组的工作总结了生物炭材料水热合成的最新进展，主要包括（1）通过动力学控制的软模板策略制备有序多孔材料；（2）通过聚合物/聚电解质辅助改良的水热法简单高效得到单分散纳米颗粒及其超结构；（3）通过控制堆积参数或利用模板性质（e.g., 模板的热不稳定性）实现材料的不对称组装和各向异性生长。最后，介绍了生物炭材料在不同领域的应用，并对其未来可能遇到的机遇与挑战进行了展望。

来源：Xie Zhang, Chunhong Chen, Chenyang Tang, and Yong Wang, Morphological Control of Biochar with Emerging Functionalities by Thermodynamic and Kinetic Approaches[J]. Accounts of Materials Research, 2022

► 上海交通大学陈思捷副教授：能源系统中的区块链：价值、机会和局限性

摘要：该文辩证分析了区块链在能源系统中的应用价值、应用场景及应用局限性，为能源区块链的发展方向及研究思路提供了独特见解。上海交大副教授陈思捷为论文第一作者，特别研究员李金金、中国工程院院士黄震为论文通信作者，长聘教授严正、博士后平健为论文合作者。

该研究致力于论证区块链在能源行业的应用价值、应用场景及局限性，以期为能源区块链的推广应用提供方向性指导建议。研究指出，区块链的独有价值在于以民主方式保障规则及数据存证的不可篡改性，而非信息透明共享、代币、代码自动执行（上述需求可通过其他替代技术实现）。区块链的主要适用场景包括无中心机构的多主体协作场景以及中心机构难以取信于参与主体的场景。研究选取能源交易、能量管理、能源数据流转等场景下的典型应用，给出了区块链的应用方案，并分析了应用区块链的技术优势。在能源交易场景下，区块链可以数字化市场规则、消除市场成员间的信任壁垒、减少商业纠纷从而提升交易效率。在能量管理场景下，区块链可以打破运行管理黑箱，提升管理过程的透明性和可信赖性。在能源数据流转场景下，区块链可以保证主体间的数据一致性和不可篡改性，从而提升数据的可信赖性。

来源：Sijie CHEN, Jian PING, Zheng YAN, Jinjin L, Zhen HUANG. Blockchain in energy systems: values, opportunities, and limitations[J]. Frontiers in Energy, 2022.

■ 关于新型储能

新型储能是指除抽水蓄能以外的新型储能技术，包括新型锂离子电池、液流电池、飞、压缩空气、氢(氨)储能、热(冷)储能等。随着我国风电、光伏等新能源发电占比逐步提高，其发电的不稳定性导致电网输配电压力加大，与此同时夏冬两季用电高峰、日间用电负荷的波动性，对电网安全性和稳定性提出了更高要求。新型储能技术具有响应快、配置灵活、建设周期短等优势，可在新能源比重不断提高的新型电力系统中发挥重要调节作用。当前新型储能中的锂离子电池、铅电池、液流电池占有近九成装机规模。

■ 国家发改委、国家能源局印发《“十四五”新型储能发展实施方案》

2022年3月21日，国家发改委和国家能源局联合印发了《“十四五”新型储能发展实施方案》（以下简称“《方案》”）提出，到2025年，新型储能由商业化初期步入规模化发展阶段，具备大规模商业化应用条件。其中，电化学储能技术性能进一步提升，系统成本降低30%以上。到2030年，新型储能全面市场化发展。

《“十四五”新型储能发展实施方案》部署了多种长时储能技术的研发攻关任务，包括全钒液流电池、铁铬液流电池、压缩空气储能、熔盐储热、氢储能等多种类别技术，反映出碳达峰碳中和目标对长时储能的迫切需求。

《实施方案》聚焦六大方向，包括注重系统性谋划储能技术创新、强化示范引领带动产业发展、以规模化发展支撑新型电力系统建设、强调以体制机制促进市场化发展、着力健全新型储能管理体系、推进国际合作提升竞争优势等，明确了“十四五”新型储能发展的重点任务。

针对社会关注的新型储能安全问题，《实施方案》提出，建立健全新型储能技术标准、管理、监测、评估体系，保障新型储能项目建设运行的全过程安全。成本方面，通过加大“新能源+储能”支持力度、完善电网侧储能价格疏导机制、完善鼓励用户侧储能发展的价格机制等，合理疏导新型储能成本。

来源：国家发展和改革委员会，

https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202203/t20220321_1319773.html?code=&state=123

国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司印发《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》

2022年5月24日，国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司印发《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》。《通知》聚焦当前新型储能参与电力市场的痛点堵点，提出了完善市场机制、价格机制、运行机制等方面的具体措施，有助于提升新型储能总体利用水平，增强市场吸引力，促进行业可持续发展。

一要创新运营模式。作为当前国内外备受关注的新型市场主体，独立储能电站是未来电力系统的重要灵活性资源，可有效实现削峰填谷，保障电力供应安全。应进一步规范新型储能参与电力市场的准入原则。《通知》针对独立储能参与电力市场的“过网费”问题，提出独立储能电站向电网送电的，其相应充电电量不承担输配电价和政府性基金及附加，这有利于保障储能合理收益，增强储能发展信心。应坚持以市场化方式优化储能调度运行，进一步完善储能充放电价格形成机制，探索同一储能主体按照部分容量独立、部分容量联合两种方式同时参与的市场模式。

二要促进融合发展。风电、光伏发电等新能源大规模发展增加了电力供应侧的波动性，发用电时空不匹配的矛盾越发凸显，电力系统安全稳定运行受到较大冲击。为提高新能源电站的“系统友好性”，可配置一定规模的新型储能，通过新能源与储能的协同优化运行，提升新能源消纳利用水平和容量支撑能力。应鼓励新能源场站和配建储能联合参与市场，利用储能改善新能源涉网性能，保障新能源高效消纳利用。随着沙漠、戈壁、荒漠等地区大型风电光伏基地开发取得进展，“新能源+储能”的应用场景将更趋多元，从而进一步助力新型电力系统建设，推动能源电力绿色低碳转型。

三要完善价格机制。新型储能响应迅速、调节灵活，可在电力运行中发挥顶峰、调峰、调频、爬坡等多种作用。应激发投资建设的积极性，在不断完善电力中长期市场、现货市场的同时，加快建立辅助服务和容量电价补偿机制，并向用户传导。应鼓励独立储能充分发挥技术优势，积极参与辅助服务市场，并由相关发电侧并网主体、电力用户分摊辅助服务费用；应研究建立电网侧独立储能电站容量电价机制，逐步推动电站参与电力市场，并探索将电网替代型储能设施成本收益纳入输配电价回收。

来源：国家发展改革委办公厅，https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202206/t20220607_1326854_ext.html

中国能源研究会储能专委会、中关村储能联盟发布《储能产业研究白皮书 2022》

2022 年 4 月 26 日，中关村储能联盟发布了《储能产业研究白皮书 2022》，白皮书对 2021 年度储能企业进行排名。宁德时代获得了储能技术提供商、储能电站出货量双料冠军；阳光电源获得了储能 PCS 出货量、储能系统集成商海外出货量的榜首；海博思创获得储能系统集成商装机量排名和系统集成出货量排名第一的好成绩。上能电气在储能 PCS 提供商新增投运装机量排名榜获得冠军之位。具体名单如下：

储能技术提供商排名：2021 年，中国新增投运的新型储能项目中，装机规模排名前十位的储能技术提供商，依次为：宁德时代、中储国能、亿纬动力、鹏辉能源、南都电源、海基新能源、力神、远景动力、中创新航和中天科技。2021 年度，全球市场中，储能电池(不含基站、数据中心备电电池)出货量排名前十位的中国储能技术提供商，依次为：宁德时代、鹏辉能源、比亚迪、亿纬动力、派能科技、国轩高科、海基新能源、中创新航、南都电源和中天科技。

储能变流器提供商排名：2021 年，中国新增投运的新型储能项目中，装机规模排名前十位的储能 PCS 提供商，依次为：上能电气、科华数能、索英电气、南瑞继保、阳光电源、盛弘股份、华自科技、智光储能、汇川技术和许继。全球市场中，储能 PCS 出货量排名前十位的中国储能 PCS 提供商，依次为：阳光电源、科华数能、比亚迪、古瑞瓦特、上能电气、盛弘股份、南瑞继保、汇川技术、索英电气和科士达。

储能系统集成商排名：2021 年，中国新增投运的新型储能项目中，装机规模排名前十位的储能系统集成商，依次为：海博思创、电工时代、科华数能、阳光电源、新源智储、融和元储、远景能源、平高集团、库博能源和天合储能。国内市场，储能系统出货量排名前十位的储能系统集成商，依次为：海博思创、电工时代、新源智储、阳光电源、科华数能、林洋亿纬、中天科技、兴储世纪、平高集团和采日能源；海外市场，储能系统出货量排名前十位的中国储能系统集成商，依次为：阳光电源、比亚迪、沃太能源、科士达、库博能源、南瑞继保、南都电源、科陆、科华数能、双登集团。

来源：中关村储能产业联盟，<https://mp.weixin.qq.com/s/Kg7ALtLKqCLFG-NVo0XeCQ>

■ 中共湖南省委、湖南省人民政府发布《关于完整准确全面贯彻新发展理念 做好碳达峰碳中和工作的实施意见》

中共湖南省委、湖南省人民政府日前发布《关于完整准确全面贯彻新发展理念 做好碳达峰碳中和工作的实施意见》。意见指出，构建清洁低碳安全高效能源体系。在新型储能方面，谋划布局建设一批新型储能电站和抽水蓄能电站。大力推进氢能“制储输用”全链条发展。构建以新能源为主体的新型电力系统，提高电网对高比例可再生能源的消纳和调控能力。深入推进电力市场化改革，加快培育电力辅助服务市场，健全以中长期市场为主、现货市场为补充的现代电力市场体系。落实峰谷分时电价和需求响应政策机制，加快煤电、气电、储能等调节性电源建设，形成以储能和调峰能力为基础支撑的新增电力装机发展机制。完善油气管网公平接入机制，逐步实现同网同价。

来源：湖南省人民政府, http://gxt.hunan.gov.cn/xxgk_71033/tzgg/202203/t20220321_22709872.html

■ EESA 公布《2021 年全年储能产业链数据排名》

2022 年 3 月 31 日，储能领跑者联盟（EESA）“2021 年全年储能产业链数据排名”出炉，围绕 2021 年储能系统集成厂商、储能变流器（PCS）厂商等储能市场主体，展开了一系列国内外市场出货量统计。据 EESA 数据显示，2021 年中国企业在国内电化学储能项目装机量为 3.87GW/5.85GWh，在全球的装机量为 7.31GW/12.1GWh。同时，EESA 预估 2022 年中国企业国内电化学储能项目装机量将达到 15GWh，中国企业全球电化学储能项目装机量则达到 35GWh。EESA 分别对第三方储能电池管理系统（BMS）厂商、储能变流器（PCS）厂商、储能系统集成厂商、储能电池厂商，按照 2021 年在国内市场或全球市场中电化学储能项目的出货量进行排名，具体排名如下：

01、2021 年中国企业国内储能第三方 BMS 出货量排名

2021 年度，我国企业在国内储能第三方 BMS 市场中，出货量排名前四的厂商依次为：高特电子、科工电子、协能科技、高泰昊能。

02、2021 年中国企业全球储能第三方 BMS 出货量排名

2021 年度，我国企业在全球储能第三方 BMS 市场中，出货量排名前四的厂商依次为：协能科技、高特电子、科工电子、高泰昊能。

03、2021 年中国企业国内储能中大功率 PCS 出货量排名

2021 年度，我国企业在国内储能中大功率 PCS 市场中，出货量排名前十的厂商依次为：上能电气、科华数能、索英电气、南瑞继保、苏州汇川、阳光电源、盛弘电气、正泰电源、迈格瑞能、英博电气。

04、2021 年中国企业全球储能中大功率 PCS 出货量排名

2021 年度，我国企业在全球中大功率 PCS 市场中，出货量排名前十的厂商依次为：阳光电源、科华数能、上能电气、盛弘电气、南瑞继保、索英电气、苏州汇川、正泰电源、迈格瑞能、科陆电子。

05、2021 年中国企业国内储能系统集成出货量排名

2021 年度，我国企业在国内储能系统集成市场中，出货量排名前二十的厂商依次为：海博思创、科华数能、阳光电源、中天科技、采日能源、南都电源、电气国轩、南瑞继保、远景能源、融和元储、平高储能、比亚迪、天启鸿源、天诚同创、智光储能、许继、华为、天合储能、双一力、双登集团。

06、2021 年中国企业全球储能系统集成出货量排名

2021 年度，我国企业在全球储能系统集成市场中，出货量排名前二十的厂商依次为：阳光电源、比亚迪、海博思创、南都电源、科华数能、采日能源、中天科技、南瑞继保、电气国轩、远景能源、融和元储、平高储能、双登集团、天启鸿源、沃太能源、双一力、科陆电子、天合储能、天诚同创、科士达。

07、2021 年中国企业国内储能电池出货量排名

2021 年度，我国企业在国内储能电池市场中，出货量排名前五的厂商依次为：宁德时代新能源科技股份有限公司、湖北亿纬动力有限公司、瑞浦能源有限公司、江苏中天科技股份有限公司、广州鹏辉能源科技股份有限公司、江苏海基新能源股份有限公司、中创新航科技股份有限公司、天津力神电池股份有限公司、浙江南都电源动力股份有限公司、东营昆宇电源科技有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、江苏海四达电源股份有限公司、上海电气国轩新能源科技有限公司、欣旺达综合能源服务有限公司、荣盛盟固利新能源科技股份有限公司

来源：储能领跑者联盟, <https://mp.weixin.qq.com/s/5xMY3o5HHBq8TiWMQbSIBA>.

编辑单位：上海交通大学图书馆情报研究部

主 编：潘 卫

地 址：上海市东川路 800 号

执行主编：周 衡

联系方式：021-34206471

本期编辑：周小茹
