

能 量 转 换

总 76 期

剪 报 资 料

4/2024.4

中国科学院广州能源研究所 广东省新能源生产力促进中心

中国科学院可再生能源重点实验室 中国科学院天然气水合物重点实验室

广东省新能源和可再生能源开发与应用重点实验室

目 录

一、总论.....	1
1. 全国可再生能源装机超 15 亿千瓦.....	1
2. 欧盟积极推动能源绿色转型.....	1
3. 光伏新增 45.74GW! 国家能源局公布 2024 年一季度光伏发电建设和运行情况.....	4
4. 我国拟立能源法 支持优先开发可再生能源.....	5
二、热能、储能、动力工程、节能.....	6
1. 世界首台(套) 300MW 级压气储能电站成功并网.....	6
2. 电化学储能利用水平稳步上升.....	9
3. 锂电池高安全性电解液研究获重要进展.....	11
4. 世界首台 300 兆瓦级压缩空气储能电站并网发电.....	12
5. 全国规模最大构网型储能电站成功并网.....	12
6. 液流电池可低温稳定运行 100 小时.....	13
7. “新”力十足 能源清洁低碳转型加速推进.....	14
8. 国家能源局: 新型储能已投运装机超 3500 万千瓦.....	17
9. 我国首个“交改直”输电工程竣工投运.....	18
10. 全球海拔最高大型抽水蓄能电站供电工程开工.....	19
三、碳达峰、碳中和.....	20
1. 我国更新电力二氧化碳排放因子.....	20
2. 甲烷减排技术国际共享有待提高.....	22

四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）	23
1. 国内首个规模化绿色甲醇项目开工	23
2. 日本设计出可生产绿色塑料的新菌株	24
3. 废塑料化学循环可将“白色污染”变为“白色油田”	24
4. 新催化剂可将油脂变成绿色柴油	25
5. “膜”研究获两项重要突破	26
五、太阳能	27
1. 新材料大幅提升太阳能电池量子效率	27
2. 欧洲最大光伏电站成功并网，开启新能源时代	28
六、地热能	29
1. 我国最深地热科探井完钻	29
2. 浅层地热远传系统在内蒙古上线	30
3. 科学家提出动态地热资源评价新方法	30
七、海洋能	31
1. 波浪能海洋生态监测浮标研发测试平台投用	31
2. 半潜桁架式养殖平台“台山 1 号”下水	32
3. 海洋牧场巨无霸“恒焱一号”投入使用	33
八、氢能	33
1. 低碳与氢冶金联合实验室启用	33
2. 新研究将金属废料转为制氢催化剂	34
3. 全球最大“绿氢+”煤制烯烃项目进度加速	35
4. 激发“氢”动力 氢能产业点燃绿色新引擎	36
九、风能	37
1. 全国最大“沙戈荒”能源大基地首个 250 万千瓦风电项目获批核准	37
2. 我国首个柔直海上风电项目取得新突破	38
十、其它	39
1. 奋进号钻井平台成功完成深水超高温高压探井作业	39
2. 页岩气将成后石油时代丙烯新来源	40
3. 最大储油量达 6 万吨 亚洲首艘圆筒型“海上油气加工厂”完工	40

一、总论

全国可再生能源装机超 15 亿千瓦

科技日报 04 月 30 日

“截至 2024 年 3 月底，全国可再生能源装机达到 15.85 亿千瓦，同比增长 26%，约占我国总装机的 52.9%。其中，风电和光伏发电之和突破 11 亿千瓦。”在 4 月 29 日举行的国家能源局新闻发布会上，国家能源局新能源和可再生能源司副司长潘慧敏说，我国可再生能源装机规模不断实现新突破。

潘慧敏介绍，2024 年一季度，全国可再生能源新增装机 6367 万千瓦，同比增长 34%，占新增装机的 92%。

从可再生能源发电量来看，2024 年一季度，全国可再生能源发电量达 6875 亿千瓦时，约占全部发电量的 30.7%。其中，全国规模以上水电发电量 2102 亿千瓦时，全国水电平均利用小时数为 555 小时；风电发电量 2636 亿千瓦时，同比增长 16%；光伏发电量 1618 亿千瓦时，同比增长 42%。

从建设方面来看，2024 年一季度，全国新增水电并网容量 181 万千瓦；全国风电新增并网容量 1550 万千瓦；全国光伏新增并网容量 4574 万千瓦。

今年的政府工作报告首次提出“发展新型储能”。“新型储能持续快速发展，已投运装机超 3500 万千瓦。”国家能源局能源节约和科技装备司副司长边广琦在发布会上介绍，截至 2024 年一季度末，全国已建成投运新型储能项目累计装机规模达 3530 万千瓦/7768 万千瓦时，较 2023 年底增长超过 12%，较 2023 年一季度末增长超过 210%。

欧盟积极推动能源绿色转型

人民日报 04 月 26 日

近年来，欧盟出台一系列政策举措，加快可再生能源部署，推动能源绿色转型。欧洲能源领域智库 Ember 日前发布报告说，2023 年欧盟可再生能源发电量占总发电量的比重达到

44%，创历史新高。其中，风能和太阳能发电量占总发电量的 27%。与此同时，2023 年欧盟化石燃料发电量同比下降 19%，不到总发电量的 1/3。

不断强化政策支持

近年来，围绕实现 2050 年碳中和目标，欧盟出台一系列政策举措，加强对清洁能源转型的支持。2022 年 5 月，欧盟发布《欧洲廉价、安全、可持续能源联合行动方案》(以下简称《方案》)，提出将欧盟 2030 年的能效目标从 9%提高到 13%，到 2027 年额外提供 2100 亿欧元用于突破清洁能源关键技术，到 2030 年将可再生能源在欧盟能源消费中的比重争取提高至 45%等。

欧盟在该方案框架内制定了《欧盟太阳能战略》，提出到 2025 年太阳能光伏装机容量较 2020 年翻一番至 320 吉瓦以上，到 2030 年接近 600 吉瓦。同时，实施“屋顶太阳能计划”，分阶段在新建公共和商业建筑、住宅安装太阳能电池板。欧盟国家也陆续推出相关举措，促进光伏发电增长。去年，爱尔兰政府宣布取消太阳能光伏电池板供应和安装的增值税，有超过 6 万户家庭安装了屋顶太阳能系统。

风电也是欧盟可再生能源建设的重点。去年 10 月，欧盟委员会出台《欧洲风电行动计划》，提出促进风电发展的一系列支持举措，包括提升许可流程数字化程度、改善电力市场招标设计和融资协助、大规模培训人才等。其中，加速发展海上风电成为该计划的重点之一。

去年 4 月，欧洲九国国家领导人、能源部长在比利时奥斯坦德举行会议，商定在北海建设海上风能的新承诺。会议通过《奥斯坦德宣言》，计划到 2030 年将北海附近国家的海上风电装机容量提高到 120 吉瓦，2050 年提高至 300 吉瓦以上。2023 年，波兰达成首个商业海上风电场的投资，正式开始开发海上风电。目前世界上最大的海上风电场之一——荷兰 1.5 吉瓦的库斯特·祖伊德海上风电项目，也于去年正式投入运营。

为适应可再生能源发电的不断增长，欧盟委员会还于去年 11 月提出一项电网建设行动计划，主要内容是通过加快建设和更新输电及配电网络，确保欧盟电力网络更高效运行，为加速能源转型奠定基础。

光伏和风电产能创新高

近年来，欧盟可再生能源部署呈现快速增长态势。欧洲光伏产业协会 2023 年底发布的《2023—2027 欧洲光伏市场展望》报告显示，2023 年欧盟新增光伏装机容量达 55.9 吉瓦，创历史新高，新增装机容量同比增长约 40%。其中，德国 2023 年新增光伏装机容量最多，达 14.1 吉瓦；西班牙和意大利紧随其后，分别新增 8.2 吉瓦和 4.8 吉瓦；捷克、保加利亚和

罗马尼亚去年新增光伏装机容量也首次突破 1 吉瓦。2023 年，欧盟使用光伏发电的家庭新增近 1700 万户。

欧洲风能协会日前发布数据显示，2023 年欧盟新增风电装机容量达 16.2 吉瓦，风能发电量占总发电量的比重首次超过天然气。欧盟新增风电装机容量中，陆上风电占 79%，海上风电达到有记录以来最高水平。分国家来看，德国新增风电装机容量最多，荷兰位居第二，但在海上风电领域保持领先地位。欧洲风能协会预测，2024—2030 年欧盟将新增风电装机容量 200 吉瓦，平均每年新增约 29 吉瓦。

此外，欧盟水电行业也从 2022 年的干旱天气影响中恢复过来，2023 年水力发电量比上一年增加了约 45 太瓦时。

国际能源署日前发布的《2023 年二氧化碳排放》报告显示，2023 年欧盟在能源领域中的二氧化碳总排放量减少了近 9%，其中一半由清洁能源增长贡献。该机构统计，从 2019 年到 2023 年，仅新增风能发电就减少了相当于欧盟 2023 年近 5% 的二氧化碳年排放量。

推进绿氢产业链发展

欧洲绿氢企业 Lhyfe 日前宣布，公司位于德国下萨克森州港口城市布拉克的绿氢工厂正式开工建设，这是德国北部地区首座商用绿氢工厂。该工厂每年可生产 1150 吨绿氢，制氢所需电力将来自德国国内的风力和光伏发电厂。德国联邦外贸与投资署氢能专家拉斐尔·戈尔德施泰因表示，氢能是德国能源转型的重要支柱之一，该项目是德国绿氢产业发展的又一里程碑。

2020 年，欧盟委员会出台了《欧盟氢能战略》，将绿氢视为交通、运输、化工、冶炼等行业低碳转型的重要方案，并在全产业链各环节部署了 840 个相关项目。2022 年，欧盟在《方案》中提出，到 2030 年在欧盟生产 1000 万吨可再生氢，并进口 1000 万吨可再生氢。为加大对氢能市场的投资力度，欧盟还创建了“欧洲氢能银行”。

今年 2 月，欧盟委员会批准了一项新计划以支持氢能基础设施建设。法国等 7 个欧盟国家将为该计划提供 69 亿欧元的公共资金，预计还将带动超过 54 亿欧元的私人投资。根据该计划，32 家公司将参与 33 个与氢能相关的项目，包括建设大型电解槽用于生产可再生氢、新建和改造约 2700 公里的氢传输和配送管道、建设大型储氢设施等。欧洲氢能组织副首席执行官斯蒂芬—杰克逊说：“这是我们在建立成熟、覆盖全欧洲的氢能基础设施网络道路上迈出的重要一步。”

欧洲氢能组织负责人乔戈·查齐玛基斯表示，若要有效应对气候变化，就必须迅速采用各种技术，而氢能将在其中发挥关键作用。氢能对欧盟构建清洁低碳安全高效的能源体系、实现碳达峰碳中和目标具有重要意义。分析同时认为，目前氢能技术仍不成熟、成本相对偏高，其研发、推广、运输和存储技术等还需要不断完善，距离大规模商业应用尚需时日。

欧盟委员会能源专员卡德里·西姆森表示，欧盟正在为 2030 年的减排目标努力，同时也设立了 2040 年目标。欧盟有着丰富的清洁能源，同时也积极与其他地区和国家在清洁能源领域建立合作关系。

光伏新增 45.74GW！国家能源局公布 2024 年一季度光伏发电建设和运行情况

国际能源网 04 月 29 日

4 月 29 日，国家能源局举行新闻发布会，发布一季度能源形势和可再生能源并网运行情况。

在光伏方面，2024 年一季度，全国光伏新增并网 4574 万千瓦，同比增长 36%，其中集中式光伏 2193 万千瓦，分布式光伏 2380 万千瓦。截至 2024 年 3 月底，全国光伏发电装机容量达到 6.59 亿千瓦，其中集中式光伏 3.79 亿千瓦，分布式光伏 2.8 亿千瓦。2024 年一季度，全国光伏发电量 1618 亿千瓦时，同比增长 42%。

可再生能源装机规模不断实现新突破。2024 年一季度，全国可再生能源新增装机 6367 万千瓦，同比增长 34%，占新增装机的 92%。截至 2024 年 3 月底，全国可再生能源装机达到 15.85 亿千瓦，同比增长 26%，约占我国总装机的 52.9%，其中，风电和光伏发电之和突破 11 亿千瓦。

可再生能源发电量稳步提升。2024 年一季度，全国可再生能源发电量达 6875 亿千瓦时，约占全部发电量的 30.7%；其中，风电光伏发电量达 4253 亿千瓦时，同比增长 25%。

（一）水电建设和运行情况。2024 年一季度，全国新增水电并网容量 181 万千瓦，其中常规水电 21 万千瓦，抽水蓄能 160 万千瓦。截至 2024 年 3 月底，全国水电累计装机容量达 4.23 亿千瓦，其中常规水电 3.71 亿千瓦，抽水蓄能 5254 万千瓦。2024 年一季度，全国规模以上水电发电量 2102 亿千瓦时，全国水电平均利用小时数为 555 小时。

（二）风电建设和运行情况。2024 年一季度，全国风电新增并网容量 1550 万千瓦，其中陆上风电 1481 万千瓦，海上风电 69 万千瓦。截至 2024 年 3 月底，全国风电累计并网容量达到 4.57 亿千瓦，同比增长 22%，其中陆上风电 4.19 亿千瓦，海上风电 3803 万千瓦。2024 年一季度，全国风电发电量 2636 亿千瓦时，同比增长 16%。

（三）光伏发电建设和运行情况。2024 年一季度，全国光伏新增并网 4574 万千瓦，同比增长 36%，其中集中式光伏 2193 万千瓦，分布式光伏 2380 万千瓦。截至 2024 年 3 月底，全国光伏发电装机容量达到 6.59 亿千瓦，其中集中式光伏 3.79 亿千瓦，分布式光伏 2.8 亿千瓦。2024 年一季度，全国光伏发电量 1618 亿千瓦时，同比增长 42%。

（四）生物质发电建设和运行情况。2024 年一季度，全国生物质发电新增装机 63 万千瓦，累计装机达 4477 万千瓦，同比增长 7%。生物质发电量 518 亿千瓦时，同比增长 6%。

我国拟立能源法 支持优先开发可再生能源

中国新闻网 04 月 28 日

能源法草案 4 月 23 日提请十四届全国人大常委会审议。草案明确能源结构调整方向，支持优先开发可再生能源，合理开发和清洁高效利用化石能源，有序推动非化石能源替代化石能源、低碳能源替代高碳能源。

据介绍，中国已制定电力法、煤炭法、节约能源法、可再生能源法、城镇燃气管理条例等多部单行能源法律法规，但能源领域还缺少一部具有基础性、统领性的法律。在单行能源法律法规基础上制定能源法，是加强重点领域立法的重要举措，对推动能源高质量发展、保障国家能源安全具有重大意义。

草案完善能源开发利用制度，主要从六个方面作了规定：一是明确能源结构调整方向；二是明确能源开发利用政策；三是促进能源清洁高效和集约节约利用；四是保障基本能源供应服务；五是加强能源基础设施建设和保护；六是促进农村能源发展。

关于明确能源结构调整方向，草案支持优先开发可再生能源，合理开发和清洁高效利用化石能源，有序推动非化石能源替代化石能源、低碳能源替代高碳能源。

在促进农村能源发展方面，草案鼓励和扶持农村的能源发展，统筹城乡能源基础设施和公共服务体系建设，农村地区发生临时性能源供应短缺时，优先保障农村生活用能和农业生产用能。

为加快建立主体多元、统一开放、竞争有序、有效监管的能源市场体系，草案规定，国家推动能源领域自然垄断性业务与竞争性业务实行分开经营；协调推动全国统一的能源交易市场建设；要求能源输送管网设施向符合条件的主体公平、无歧视开放；鼓励能源领域上下游企业协同发展、产业链全链条协同推进；推动建立主要由市场因素决定的能源价格形成机制，完善能源价格调控制度；促进能源领域国际投资和贸易合作。

二、热能、储能、动力工程、节能

世界首台（套）300MW 级压气储能电站成功并网

中国能源报 04 月 15 日

4 月 9 日，由中国能建数科集团（以下简称“数科集团”）和国网湖北综能共同投资的世界首台（套）300MW 级压气储能电站——湖北应城 300MW/1500MWh 压气储能电站示范工程（以下简称“应城项目”）首次并网一次成功，标志着全球压气储能电站由此迈入“300MW 级”单机商业化新时代。

“应城项目在压气储能领域创造了单机功率、储能规模、转换效率 3 项世界领先，打造了压气储能系统示范、核心装备自主化示范、绿色低碳先进技术示范、精品工程示范、全产业链全过程数智化示范、盐穴综合利用成套技术示范 6 个行业示范，以及数十项国际首创、首次突破，核心技术装备实现 100%国产化。”数科集团党委书记、董事长万明忠表示，应城项目成功并网发电，实现了行业从“0 到 1”的重大突破，验证了大容量、高效率、超长时《中国能建压气储能系统解决方案》的可靠性、创新性和领先性，彰显全球领跑地位。数科集团统筹推动“科技创新+工程化实践”双向发力，以培育和打造新质生产力为战略着力点，持续引领我国新型长时压气储能工程化水平再攀新高峰。

走在世界前列，打造压气储能电站标杆

应城项目位于湖北省应城市，利用云应地区废弃盐矿洞穴为储气库，打造一个超级“充电宝”——单机功率达 300MW 级，储能容量达 1500MWh，系统转换效率约 70%，每天蓄能 8 小时、释能 5 小时，年均发电约 5 亿千瓦时，相当于以空气为介质，转化的电量可以满足 75 万居民一年的用电需求，可有效应对新能源发电的波动性、间歇性和随机性，为湖北省电网安全稳定运行和省内新能源消纳发挥重要作用。

压气储能的原理是利用电网负荷低谷时的剩余电力压缩空气，将其储藏在高压密封设施内，在用电高峰释放出来驱动膨胀机带动发电机发电。近年来，我国压气储能产业化进程明显加速，相关技术经历了从无到有、从弱到强、从跟跑到领跑的发展转变，国内 1.5MW、10MW、100MW 级压气储能项目陆续投运且规模持续“升级”，研发及产业化进程已处于国际领先地位。

中国能建率先开展规模为 300MW 级压气蓄能，是基于怎样的考虑？“该规模与目前我国电源主力装机结构的火电机组容量相近，在逐步实现对现有燃煤机组替代中，发电机、厂房、外送等资源可继续利用。”万明忠表示，按照既往经验，推进 300MW、600MW、1000MW 各级机组稳步发展，符合电力技术的升级规律，将是我国压气蓄能产业发展的有效路径。

“作为国家能源电力和基础设施建设的‘排头兵’，中国能建聚力研发推广压气储能系统解决方案是为构建新型电力系统而进行的一项重大工程化实践。”万明忠指出，中国能建承担了我国 90%以上的电力勘测、设计、科研和行业标准制定任务，全环节具备“硬核”专业能力。而压气储能的发电原理和各分系统与火电相似，只是将燃料从“燃煤”变成“高压空气”，技术资源可快速切换到压气储能领域。

“目前世界上大部分已投运的盐穴型压气储能电站都需要烧煤或天然气来加热空气，这个过程叫做‘补燃’，不可避免会产生污染排放以及造成压缩热的损失。该项目利用‘非补燃’技术，将空气压缩过程中产生的热量进行回收再利用，没有任何燃烧、排放，集全绿色、非补燃、高效率、低成本于一体，将成为世界压气储能电站的标杆。”万明忠说。

聚合尖端力量，勇当产业链“链长”

成功并网的背后是数科集团在自主创新方面的不懈探索。

地上工程决定好坏，地下工程决定成败，深地储气库是压气储能工程的决定性因素。据悉，应城项目盐穴储气库地质条件复杂，大口径注采井钻完井难度大。数科集团深地技术科研团队与中科院武汉岩土所杨春和院士团队、中石油系统内多个单位深度协同，经过联合技术攻关与实验论证，不断优化盐穴利用方案、钻井工程系统方案，成功攻克复杂盐穴空间高效利用成套技术、数智化选址技术，掌握国际首创技术、制定行业标准 20 余项，打造了一系列国际尖端技术和配套产品包。尤其是，在世界范围内首次成功应用盐穴沉渣空间储气，首创国内最大口径注采井方案，大幅提高了盐穴空腔利用率和注采井的注采气量，也降低了工程造价和缩短了建设工期。

压气储能是一项多学科交叉、多过程耦合的系统工程，在压缩膨胀设备、储换热及发电机等核心装备上存在较高技术壁垒。“我们围绕大功率、大容量、长时储能空气压缩/膨胀机组工艺设计、材料研发、快速加载控制策略等‘卡脖子’问题，攻克了大型轴向进气、下排气、宽负荷工况频繁启停的轴流压缩机关键技术，提出了压缩机组轴流+离心的配置方案。研制了世界首台容量最大、性能最优的非补燃式压缩空气膨胀机设备，填补了国内空白。”万明忠表示，中国能建始终坚持“战略是引擎、科研是先导、设计是龙头、设备是关键、建设是基础、数智是基座”的工作方针，以系统观念、工程化思维谋篇布局，勇当产业链链长，联合行业领军企业、装备龙头企业，以及高校、科研院所紧密合作，打造产业创新生态，发挥“研投建营数”一体化优势，矢志锻造全世界最好的压气储能系统，带动全球压气储能产业蓬勃发展。

科技创新能力有目共睹。应城项目入选国家级第三批能源领域首台（套）重大技术装备、新型储能试点示范项目、绿色低碳先进技术示范项目，储能系统膨胀机、压缩机被评为 2023 年能源行业十大科技创新成果。万明忠指出，中国能建秉持“全自主化、全产业链、全国产化、全开放式”合作理念，形成了一套技术自主可控、全产业链高效协同、兼顾效率和投资的大规模压气储能的“能建方案”。

规模化进程提速，分享长时储能发展机遇

随着可再生能源渗透率逐步提升，光伏和风电等可再生能源发电“时间+空间”错配问题愈发凸显，进一步催生电力系统的长时储能调度需求。

在碳达峰碳中和背景下，新能源装机及发电量占比将大幅提升。长时储能作为支撑新型电力系统构建、实现“双碳”目标的“压舱石”“稳定器”，是碳中和时代的必然选择。压气储能是一项能够对标抽水蓄能的长时物理储能技术。相对于后者，压气储能具有环境友好、建设周期短、选址灵活等特点。其建设周期为 2 年左右，远低于抽水蓄能 6—8 年，可利用自然盐穴、人工硐室、废弃洞穴进行选址储气，便于在负荷中心、风光大基地附近布局，可与分布式新能源紧密结合，尤其是在沙戈荒地区可形成对抽水蓄能的有益补充或部分替代。

万明忠指出，中国能建率先开展 300MW 级压气储能技术攻关和工程化布局，实现了行业从“0 到 1”的工程化突破，正加速迈向“1 到 100”产业化跃升。

“我们围绕沙戈荒、海上风电、风光储等大型新能源基地，广泛布局了一大批压气储能项目，正在开发和建设的项目有 50 余个。”万明忠介绍，下一步，数科集团将在示范工程带动下，着眼电网侧储能、负荷侧储能、新能源基地绿电外送、火电低碳改造、深地空间综

合利用等应用场景，持续推动压气储能向更大容量、更高效率、更长时方向进行技术革新和工程化落地，进一步促进“科创+产业”加速融合，带动万亿级规模增量市场。

电化学储能利用水平稳步上升

中国能源报 04月01日

核心阅读

行业从完善新型储能参与现货市场、辅助服务市场等价格机制、提升设备可靠性和管理运维水平等方面发力，以实现储能的多重价值、对电力系统的高效支撑，并获取合理收益。

中国电力企业联合会（以下简称“中电联”）3月27日在第二届中国储能大会上发布的《2023年度电化学储能电站安全信息统计数据》（以下简称《数据》）显示，2023年，中国电化学储能电站平均等效充放电次数162次，平均出力系数0.54，平均备用系数0.84。

“此前行业对电化学储能建而不用，收益不及预期的质疑声很大。2023年，电化学储能电站利用情况整体基本平稳，几大核心场景有所好转。全年平均运行系数0.13，日均运行3.12小时，年均运行1139小时，平均利用率指数27%。”中电联电动交通与储能分会副秘书长马晓光进一步介绍，具体到不同应用场景，工商业配储平均运行系数由2022年的0.4提升至0.59(日均运行14.25小时)，平均利用率指数由2022年的45%提升至65%；新能源配储平均运行系数由2022年的0.06提升至0.09(日均运行2.18小时)，平均利用率指数17%；独立储能平均运行系数0.11(日均运行2.61小时)，平均利用率指数由2022年的30%提升至38%。

■ ■ 摸清“家底”和运行水平

2023年6月，国家电化学储能电站安全监测信息平台正式上线应用，开展安全信息报送、风险隐患排查等工作，支撑行业全面摸清电化学储能“家底”及安全运行水平。

根据国家电化学储能电站安全监测信息平台汇集数据，截至2023年底，累计投运电化学储能电站958座，装机规模25GW/50.86GWh。2023年，新增投运电站486座，装机规模18.11GW/36.81GWh，总功率同比增长近4倍，超过此前历年累计装机规模总和。这意味着，已经投运的电化学储能装机相当于全国电源总装机的0.86%、新能源总装机的2.24%。其中，2023年新增投运电化学储能装机相当于全国电源新增装机的4.91%、新能源新增装机的6.08%。

从区域看，新增投运总装机排名前十的省区依次为内蒙古、甘肃、宁夏、湖南、山东、新疆、湖北、安徽、贵州、广西，总装机约 15.67GW、占比 86.51%。其中，新增新能源配储装机 8.28GW，主要分布在内蒙古、甘肃、新疆、山东等省区；新增独立储能装机 9.26GW，主要分布在宁夏、湖南、山东、湖北等省区；用户侧累计投运 0.7GW，其中工商业配置储能占用户侧装机的 72.88%。2023 年新增装机全部为工商业配置储能，主要分布在浙江、江苏、广东等省份。

《数据》分析，已投运的电化学储能电站逐步呈现集中式、大型化趋势，投运百兆瓦级以上大型电站装机 12.81GW，占比 51.23%。2023 年，新增投运大型、中型、小型及以下电站总装机占比分别为 54.89%、44.20%、0.91%。

从能效情况看，2023 年电化学储能（仅电网侧）下网电量 1869GWh，上网电量 1476GWh，平均综合效率 78.98%。2023 年，电化学储能电站充电电量 3680GWh，放电量 3195GWh，平均转换效率 86.82%。

运行可靠性方面，2023 年电化学储能电站整体安全运行良好，全年未发生重大安全事故，可用系数达 0.97。计划停运 769 次，单次平均计划停运时长 91.29 小时，单位能量计划停运次数 9.99 次/100MWh。非计划停运 1030 次，单次平均非计划停运时长 29.12 小时，单位能量非计划停运次数 26.73 次/100MWh。其中，电站关键设备、系统以及集成安装质量问题是导致电站非计划停运主要原因，非计划停运次数占比达 80%以上。

■ ■ 多措并举提升利用率

此外，中电联还对投运满 1 年电站的平均运行情况进行了统计。

在电源侧新能源配储电站领域，规模为 5MW—10MW 新能源配储电站平均运行情况相对较好，年均运行 982 小时，年均利用 874 小时，年均等效充放电 156 次，平均利用率指数 22%。

如何提升储能电站的利用率？近两年，行业从完善新型储能参与现货市场、辅助服务市场等价格机制、提升设备的可靠性和管理运维水平等方面发力，以实现储能的多重价值、对电力系统的高效支撑，并获取合理收益。

“现阶段，储能仍然处于规模化发展初期阶段，技术创新、商业模式以及政策支持还需不断完善。储能产业高质量发展需要深刻把握能源转型的规律，为新型储能从具备价值到实现价格创造条件。”中电联副秘书长刘永东指出，根据电力系统规划需求合理确定储能的规模和类型，提升储能电站利用水平。“同时，立足储能电力系统中的作用和定位，结合

当地新能源消纳、资源特性、网架结构、负荷特性、电网安全、电源结构等因素，以电力系统规划为龙头，有序引导建设节奏，避免资源重复配置。从优化电力系统运行、提高储能利用率等角度出发，鼓励新能源场站以租赁独立储能部分容量的方式落实调节资源的要求，逐步扩大独立储能、共享储能比例，提升调用友好性。”

“在目前机制下，部分地方政府虽然有补贴，但随着储能规模扩大，补贴难以持续，建立保障新型储能盈利的长效机制，完善电能量市场、辅助服务市场等机制尤为迫切。”刘永东指出，鉴于新型储能与抽水蓄能在功能与价值的统一性，建议开展新型储能容量核定研究，科学合理确定新型储能容量核定规则，理顺各类灵活性电源电价机制，出台新型储能的容量电价或容量补偿政策，推动各类灵活性资源合理竞争。

锂电池高安全性电解液研究获重要进展

中国能源报 04月01日

近日，中国科学技术大学化学与材料科学学院任晓迪教授团队联合火灾科学国家重点实验室王青松教授团队，研究发现利用分子间氢键的相互作用可以显著改善醚基电解液在电极界面的稳定性，并可有效抑制锂金属电池热失控过程。

据了解，锂电池目前在电解液稳定性和安全性方面还面临着不小的挑战。传统的碳酸酯类电解液虽然在锂离子电池中得到广泛应用，却难以兼容活泼的锂金属负极。提高电解液浓度虽然可以在一定程度上改善醚的电化学稳定性，却带来了成本增加、低温性能衰减等问题。更为棘手的是，大量阴离子的存在会引发热失控等安全问题。

为此，研究人员提出一种全新的分子锚定策略，有望同时解决醚基电解液的高压和安全难题。基于分子锚定概念设计的电解液，展现出优异的高压性能，同时，热力学稳定性也得到提升。另外，由于减少了活泼阴离子的使用，分子锚定电解液在高电压正极表面诱导形成的界面膜也更薄更稳定。

研究人员进一步考察了电解液的安全性能，发现分子锚定电解液与锂的相容性得到大幅提升，可以将热失控开始的温度提高到 209 摄氏度以上。

研究人员表示，设计合理的分子间相互作用可以从根本上改变电解液的性能，为未来电池电解液的分子工程提供新的方向。

世界首台 300 兆瓦级压缩空气储能电站并网发电

科技日报 04 月 11 日

4 月 9 日 9 时，在湖北孝感应城市，世界首台 300 兆瓦级压缩空气储能电站顺利并网发电。

这标志着全球压气储能电站正式迈入 300 兆瓦级单机商业化新时代，验证了大容量、高效率、超长时“压气储能系统解决方案”的可靠性。

据介绍，该项目由中能建数字科技集团有限公司和国网湖北综合能源服务有限公司共同投资建设，是国家新型储能试点示范项目，充分利用湖北云应地区废弃盐矿作为储气库，打造一个巨大的“绿色超级充电宝”。一期工程入选国家第三批能源领域首台（套）重大技术装备（项目）名单，单机功率达 300 兆瓦级，储能容量达 1500 兆瓦时。

“应城有多年盐矿开采历史，地下盐穴资源丰富，该项目就是利用废弃盐穴作为储气库。”中国能建项目综合部工作人员丁小伟介绍，在电站厂址地下约 500 米，有一处容积约 65 万立方米的盐穴，地面上两列大型压缩机将空气压入盐穴，由于盐岩结构致密且具有自修复特性，可以保证盐穴内部始终维持设计压力，使得盐穴既不会漏气也不会垮塌。

盐穴储能具备寿命长、效率高、成本低等优势。该技术在电网负荷低谷期间将空气压缩至高压状态，并存储至地下盐穴；在高峰用电时，再将压缩空气加以释放做功发电，以此达到削峰填谷的作用。

该项目可有效应对新能源发电的波动性、间歇性、随机性，创造了单机功率、储能规模、转换效率等 3 项世界纪录，预计今年 6 月投运。

全国规模最大构网型储能电站成功并网

科技日报 04 月 12 日

近日，国家能源集团宁夏电力宁东复合光伏基地项目配套储能二期 100 兆瓦/200 兆瓦时储能电站近日成功并网。这是国内建成投产的规模最大的构网型储能电站。

该储能电站为全国首批 1 亿千瓦大型风电光伏基地配套项目，规划总容量为 200 兆瓦/400 兆瓦时，与国能宁东 200 万千瓦复合光伏基地项目配套建设而成。

电站分两期建设，一期 100 兆瓦/200 兆瓦时储能电站按照跟网型设计建设，于 2023 年 6 月全容量投运，2023 年月平均调运约 28 次，电站总体运行良好。二期 100 兆瓦/200 兆瓦时储能电站按照构网型设计建设，可以通过增加过流能力模拟同步发电机的运行特性，提供系统虚拟容量与短路容量，实现对电网的同步电压支撑，抑制系统暂态过电压、改善阻抗特性，有效提高电网新能源接纳能力。

此次并网的二期储能项目实现了构网型技术在沙戈荒新能源基地的首次应用，开辟了构网型技术在提升特高压直流送端新能源电力系统短路容量、改善系统转动惯量的全新应用场景，对提升宁东电网、国能宁东 200 万千瓦复合光伏基地新能源消纳能力具有促进作用，为推进能源转型、实现“双碳”目标贡献创新方案。

据悉，宁夏是我国首个新能源综合示范区，风光资源丰富，但在已并网的 32 座储能电站中，有 31 座都是传统的跟网型储能电站。跟网型储能电站虽然可以提升新能源消纳能力，但必须依赖电网提供的稳定电压和频率才能稳定运行，无法为电网提供强度支撑。构网型储能电站被誉为电网“多功能充电宝”，可以主动参与电网调节。它不仅能高效充放电进行灵活削峰填谷，还能起到电网“主动型调节器”作用。

液流电池可低温稳定运行 100 小时

中国科学报 04 月 08 日

中国科学院金属研究所研究员李瑛、唐昇带领团队在新型低成本铁基液流电池储能技术研究领域取得新进展。近日，相关研究成果分别发表于《化学工程杂志》(Chemical Engineering Journal) 和《微尺度》(Small)。

据了解，在诸多新型储能技术路线中，以全钒液流电池为代表的液流电池储能技术，本质安全、可灵活部署，成为长时储能技术中的首选电化学储能技术路线。研发低成本液流电池新体系、新技术，是解决现阶段液流电池产业化发展瓶颈问题的有效途径。

研究发现，全铁液流电池以低成本氯化亚铁作为活性物质，有效避免了正负极交叉污染，但受制于铁负极电化学反应可逆性差的制约，现有性能无法满足应用要求。

为此，研究人员通过在电极界面进行金属刻蚀处理，使得电极纤维表面富含缺陷结构，有效调控了铁离子在电极界面的沉积反应成核特性，促进了铁沉积反应均一性及氧化还原反应动力学，并利用理论计算和仿真分析揭示了铁离子在碳缺陷处的杂化作用增强机制及铁沉

积过程演化规律。

在此基础上组装的全铁液流电池实现了每平方厘米 80 毫瓦的功率密度和 250 圈循环 99% 的电流效率，循环稳定性有效提升了 10 倍。研究结果证明，电极界面优化设计可有效提升铁负极性能，为实现全铁液流电池高效稳定运行提供了新途径。

研究还发现，电极设计策略有效提升了全铁液流电池的循环性能指标，但受水系电解液 0℃凝固的制约，全铁液流电池在高寒地区的低温运行仍难以实现。弱化水分子间相互作用、降低电解液凝固点，是解决上述问题的首要途径。

为此，研究人员通过在溶液中引入极性溶剂，利用极性分子与氢键相互作用，成功弱化了溶液的水合氢键网络，将电解液凝固点有效降低到-20℃以下，协同提升了铁负极电化学可逆性，首次实现了全电池在-20℃低温条件下稳定运行 100 小时。研究结果为宽温域全铁液流电池技术产业化开发与应用推广奠定了技术基础。

“新”力十足 能源清洁低碳转型加速推进

人民日报 04 月 24 日

锂离子电池储能、液流电池储能、压缩空气储能、飞轮储能……我国新型储能产业不断发展，成为构建新型电力系统的重要支撑。近日，国家能源局印发《关于促进新型储能并网和调度运用的通知》（以下简称《通知》），指出规范新型储能并网接入管理，优化调度运行机制，充分发挥新型储能作用，支撑构建新型电力系统。

国家统计局最新数据显示，2024 年第一季度，电力、热力、燃气及水生产和供应业产能利用率为 71.2%，比上季度下降 0.7 个百分点。新型储能是实现碳达峰碳中和目标的重要抓手，为能源绿色低碳转型提供了有力保障。多位专家表示，随着我国新能源装机的不断增加，“新能源+储能”模式已成为解决新能源消纳难题的有效途径，加快推进先进储能技术的规模化应用势在必行。

优化并网机制 保障新型储能高效接入

并网接入既是实现新型储能调度和利用的基础，又是新能源项目稳定输送绿电的前提。《通知》指出，电网企业及电力调度机构应公平无歧视地向新型储能提供电网接入服务，做好技术指导，优化并网接入流程，保障新型储能安全高效并网；新型储能接入系统应符合电力系统安全稳定的运行要求，明确并网流程，完成相应性能试验及涉网试验。

近年来，我国新型储能产业迅速发展，新型储能并网接入系统加快建设。国家能源局数据显示，截至 2023 年底，全国已建成投运新型储能项目累计装机规模达 3139 万千瓦/6687 万千瓦时，平均储能时长 2.1 小时。其中，2023 年全年新增装机规模约 2260 万千瓦/4870 万千瓦时，较 2022 年底增长超过 260%，比“十三五”期间的装机规模扩大近十倍。

在我国新型储能装机规模迅速扩大的进程中，各地电力系统因地制宜，探索当地新能源并网接入和消纳的优化渠道。山东开发推广“新能源云”平台，将新型储能项目的规划、建设、并网、运行集合到统一平台，实现并网业务“云办理”、实时更新“云进度”、项目工程“云管控”的智能化管理。通过搭建新能源高质量发展生态圈，助力打破能源要素天花板，保障大电网安全。

并网入“云”为新型储能的并网接入优化了服务机制，各级输电网架则为之提供了“硬件”支撑。近年来，青海电网持续升级，东南部“日”字型、西部“8”字型 750 千伏骨干网架为各类清洁能源的并网接入提供了坚实网架支撑，托素、红旗主变扩建等配套电网工程加快推进，大柴旦等地共 4 项新能源代建项目全面提速，助力大基地新能源大规模并网、高水平消纳。

“要基于并网方案的多元化转变，同步推进建立政府、电网、发电企业三方交互的智能电网雏形。”中国能源政策研究院院长林伯强表示，基于可再生能源大规模、多元化并网接入的实际情况，新型储能将大大提高风电、光伏发电的可靠程度，在实现“双碳”目标中扮演越来越重要的角色。

加快技术迭代 构建智慧协同调度系统

新型储能调控离不开智能技术的研发与应用，智慧调控技术的创新助力新型储能的多场景和市场化运行。《通知》明确指出，要开展四大类关键技术的研发攻关工作，包括新型储能与其他电源协同优化调度技术、规模化储能系统集群智能调度关键技术、基于新型储能的电网主动支撑技术、电动汽车等分布式储能虚拟电厂聚合互动调控技术，着力推动新技术应用。

针对新型储能调控与调度，各地加快技术研发创新，构建智慧协同调度系统。湖南率先研发并建成“国内首个省级储能集控平台”，涵盖电化学储能电站设计优选、运行维护和聚合运营的全寿命周期。据了解，这一平台利用一键顺控、群控群调、综合防误、自动巡视等关键技术，实现储能电站全场景接入实时掌握、全类型设备远程操控、全量化数据分析预警，预计将有超过 50 余座社会面储能站完成接入，总装机容量超过吉瓦级别。

除了开发智慧集控平台，为优化电网调度运行，我国多地还积极推进“虚拟电厂”建设。浙江衢州上线“水光储”余缺互济智能柔性精准调控系统，通过大数据、人工智能等技术，将 300 多座水电站、光伏电站、储能电站接入大型虚拟电厂。“水光储”系统在光伏发电能力较强时通过储能消纳多余电能，在光伏发电能力不足时补足缺口，从而做到“未雨绸缪”。

“在过去，用户用电需求的波动主要靠供应侧调节来平息。而现在，能源结构转型对电力系统的调节能力提出了新要求。”华北电力大学能源互联网研究中心主任曾鸣表示，我国当前正加快建设新型电力系统，传统供应侧的调节能力较难平衡风、光发电的波动性和不稳定性。依托数字化技术平台、不受物理空间限制的虚拟电厂等技术，已经展现出稳定电力供应的潜力。

规范电力市场 拓展新型储能商业模式

近年来，新型储能在电力市场中的作用和价值逐步清晰。有关专家指出，新型储能具有响应速度快、部署灵活、能量时移等特性，现阶段仍以提供调频调峰等辅助服务为主要盈利模式，作为并网主体参与电网调频调峰已成常态。

为了更好地推动新型储能产业发展，《通知》指出，要加快推进完善新型储能参与电能量市场和辅助服务市场有关细则，丰富交易品种，考虑配套政策、电力供需情况。通过灵活有效的市场化手段，促进新型储能“一体多用、分时复用”，进一步丰富新型储能的商业化商业模式。

依托我国电力市场建设，各地结合自身特点，在新型储能参与市场机制设计上开展各类尝试。山东、青海等地推进“共享储能”模式，将储能站与发电站的传统“一对一”关系调整为“一对多”关系，探索新的租赁共享机制；广东独立储能电站在南方电力现货市场顺利完成首个月份 31 天的交易，标志我国独立储能首次成功以“报量报价”的方式进入电力现货市场，开辟独立储能价格机制和商业模式的商业化新路径……

“随着电力现货市场的逐步深化，调峰市场将会被电力现货市场取代，形成‘调频辅助服务+电能量现货’的模式，届时储能也能更好地通过市场机制回收成本。”华北电力大学电气与电子工程学院副教授郑华表示，要配套出台新型储能参与电力市场的身份认定、注册流程、结算出清、结算支付等运行规则，并在执行品种、时序、补偿额度等方面进行优化调整。

国家能源局：新型储能已投运装机超 3500 万千瓦

中国能源报 04 月 30 日

新型储能新技术不断取得突破，已投运装机超 3500 万千瓦。

4 月 29 日，国家能源局举行新闻发布会，能源节约和科技装备司副司长边广琦介绍新型储能发展情况时表示，新型储能新技术不断取得突破，已投运装机超 3500 万千瓦。

国家能源局最新数据显示，截至 2024 年一季度末，全国已建成投运新型储能项目累计装机规模达 3530 万千瓦/7768 万千瓦时，较 2023 年底增长超过 12%，较 2023 年一季度末增长超过 210%。

投运项目中，从装机规模看，新型储能电站逐步呈现集中式、大型化趋势，不足 1 万千瓦的项目装机占全部装机 6.7%，1—10 万千瓦的项目装机占比 38.5%，10 万千瓦以上的项目装机占比 54.8%。从储能时长看，全国新型储能项目平均储能时长 2.2 小时，储能时长不足 2 小时的项目装机占全部装机 12.9%，2—4 小时的项目装机占比 74.6%，4 小时以上的项目装机占比 12.5%。从地区分布看，西北地区风光资源丰富，已成为全国新型储能发展最快的地区，西北地区已投运新型储能装机 1030 万千瓦，占全国 29.2%，华北地区 25.3%、华中地区 17.5%、南方地区 15.2%、华东地区 12.3%、东北地区 0.5%。

整体来看，新型储能技术创新不断突破，新型储能试点示范初见成效。2024 年初，国家能源局以公告形式正式发布 56 个新型储能试点示范项目名单，涵盖目前工程应用的主要技术路线，其中包括 17 个锂离子电池、11 个压缩空气储能、8 个液流电池、8 个混合储能、3 个重力储能、3 个飞轮储能、2 个钠离子电池、2 个二氧化碳储能、1 个铅炭电池、1 个液态空气储能。示范项目名单发布以来，相关工作稳步推进，部分示范项目顺利并网运行，有力推动新技术应用实施。

同时，国家能源局持续完善新型储能调用机制，促进调节作用发挥。随着新能源快速发展，电力系统对调节能力提出更大需求。为了提升新型储能利用率，发挥新型储能调节作用，国家能源局坚持“问题导向，系统观念”，细化政策措施，印发了《关于促进新型储能并网和调度运用的通知》(国能发科技规〔2024〕26 号)。文件旨在规范新型储能并网接入，推动新型储能高效调度运用，对电网企业、电力调度机构、新型储能项目单位提出了具体要求。

边广琦强调，“十四五”以来，新型储能技术快速发展，各类技术路线的储能功率、时长、响应速度等特性各不相同，均存在各自的应用场景。国家能源局充分考虑电力系统中实际应用需求，鼓励新型储能技术多元化发展。在各方的共同努力下，新型储能新技术不断取得突破，300兆瓦等级压缩空气储能主机设备、全国产化液流电池隔膜、单体兆瓦级飞轮储能系统等实现突破，助力我国储能技术处于世界先进水平。

下一步，国家能源局将不断完善新型储能政策体系，鼓励科技创新，持续推动新型储能技术产业进步，不断引导各类储能科学配置和调度运用，促进新型储能调节作用发挥，支撑新型能源体系和新型电力系统建设。

我国首个“交改直”输电工程竣工投运

中国电力报 04月29日

4月28日，我国首个“交改直”输电工程——扬州至镇江±200千伏直流输电工程(以下简称“扬镇直流工程”)正式竣工投运。作为我国新型电力系统建设的重点工程，该工程首次把在运交流输电线路改造为直流输电线路，为世界输电工程领域解决用电需求大、电网饱和度高、新建空间有限等电网发展难题提供了“中国方案”。

扬镇直流工程起于扬州市高邮市，止于镇江市大港新区，线路全长约110千米，于2022年12月开建。为了充分利用稀缺跨江输电走廊资源，国网江苏省电力有限公司在不改变长江跨越输电铁塔主体结构的情况下，对一条现有跨越长江220千伏输电通道进行改造升级，显著提升长江两岸电网互联互通能力，满足了清洁能源在长三角地区的优化配置需求。

在江苏，电网负荷和电源总体呈逆向分布。风电、光伏等电源集中于长江以北地区，而用电需求却集中于长江南岸。苏北富集电力送至苏南消纳，主要依靠目前省内的6条过江输电通道。随着北电南送需求和长江沿岸生态保护要求的进一步提升，新增跨江输电通道更为困难。提升现有跨江输电通道的输送能力，成了破解清洁能源“跨江”难题的全新路径。

“相较于交流输电，同样电压等级的直流输电输送功率更大、电损更小。我们将原来的2回交流线路改造为3回直流线路，其输电容量由原来的约50万千瓦增加至120万千瓦。”国网江苏电力建设部计划管理处处长陈松涛介绍，除了提高输送容量，

“交改直”还具有稳定可靠、经济高效等诸多优势。就拿扬镇直流长江跨越段来说，与新建线路相比较，改造工程的工期缩短了5至6个月，总投资减少近6000万元。

工程建设过程中，国网江苏电力大规模运用智能施工机器人实现高效、绿色施工，相较传统人工方式提升了2倍的工作效率。同时，自主研发了对称单极直流控保、±200千伏换流变等9项创新成果。“在工程中，我们完成了首次无人机阵列跨江放线、首例换流站整站大电流模拟带负荷试验，填补了国内相关施工调试技术空白，形成大跨越换线等一批‘交改直’输电工程施工方案，为后期建设打下坚实基础。”该工程施工单位副总工程师徐怀宇介绍道。

“目前我们正在筹备工程二期和三期项目，计划今年启动建设，三期工程全部完成后，扬镇直流的输送能力可达到约360万千瓦，相当于春秋两季南京市近一半的用电负荷，可以进一步满足电力输送需求。”工程项目经理柏彬介绍。

扬镇直流是电网工程建设挖潜增效的创新典范，对同类区域电网建设具有可复制推广的借鉴意义。“比如一些用电需求大但人口密集的地区，新建电网的空间非常有限。交改直技术很适合在输电通道资源相对紧张的情况下，区域电网之间的长距离输送，可以有效缓解新建线路成本高等压力。”陈松涛说。

全球海拔最高大型抽水蓄能电站供电工程开工

能源界 04月29日

实现电源结构优化促进新能源互补开发近日，由中国电建规划论证和勘测设计的全球海拔最高大型抽水蓄能电站雅砻江道孚抽水蓄能电站供电工程顺利开工为电站“高能输出”奠定坚实基础

道孚抽水蓄能电站位于海拔4300米的四川省甘孜州道孚县，总装机容量210万千瓦，设计年发电量29.94亿千瓦时，电站最大水头达760.7米，是四川省装机规模最大的抽水蓄能项目，也是雅砻江流域水风光一体化基地又一重大项目。

项目供电工程新建一座35千伏施工变电站、一座10千伏开关站、双回35千伏线路及双回10千伏线路，保障现场建设用电，为项目建设“火力全开”提供重要先决条件。由中国电建所属成都院规划论证并勘测设计，水电十局承建施工任务。

面对高寒、高海拔、高地震烈度等复杂建设条件以及机组高转速、高电压等诸多技术难题，建设团队开展了一系列研究论证工作，努力突破技术限制，形成了适配抽水蓄电站供电工程建设的施工组织设计，实现了施工方案和安全保障措施的创新优化，有效克服地质、气候等不利因素影响，以先进的质量、进度、安全文明施工理念全力打造样板工程、示范项目，确保高标准、高效率、高品质完美履约。

道孚抽水蓄能电站周边光伏资源富集，规模超 2000 万千瓦。电站建成后，将与周边光伏发电形成互补，将随机波动的光伏发电调整为平滑稳定的优质电源，承担起四川电力系统中的调峰、填谷、储能、调频、调相，促进新能源开发利用等任务，对于提升区域电力供应保障能力和促进地方经济社会高质量发展具有重要意义。

三、碳达峰、碳中和

我国更新电力二氧化碳排放因子

中国能源报 04 月 22 日

近日，生态环境部、国家统计局公布《关于发布 2021 年电力二氧化碳排放因子的公告》（以下简称《公告》），组织计算了 2021 年全国、区域和省级电力平均二氧化碳排放因子，全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量），以及全国化石能源电力二氧化碳排放因子，供核算电力消费的二氧化碳排放量时参考使用。

生态环境部应对气候变化司负责人表示，电力部门是重要的二氧化碳排放源，其二氧化碳排放量占全球化石燃料燃烧二氧化碳排放总量的 1/3 以上，占我国二氧化碳排放的 40% 以上。电力二氧化碳排放因子是核算电力消费二氧化碳排放量的重要基础参数。本次发布的电力二氧化碳排放因子可供不同主体核算电力消费的二氧化碳排放量时参考使用，是落实《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》中“统筹推进排放因子测算”要求的重要举措，可为碳排放核算提供基础数据支撑。

■ 满足需求

二氧化碳排放因子是指单位消耗量所产生的二氧化碳排放量，是核算企业、产品等不同主体消费电力产生间接碳排放的重要参数。

华北电力大学能源互联网研究中心副主任王永利表示，此前我国使用的电力二氧化碳排放因子主要有三类，分别是全国电网平均二氧化碳排放因子、区域电网平均二氧化碳排放因子和省级电网平均二氧化碳排放因子。“全国电网平均二氧化碳排放因子用于核算纳入全国碳市场的企业履约边界的电力间接排放，区域电网平均二氧化碳排放因子则主要在企业 and 地区两个层面使用，是自 2012 年数据公布以来首次更新。企业层面主要通过区域电网排放因子计算净购入电力隐含的碳排放，地区层面主要通过区域电网排放因子计算温室气体清单编制里电力调入调出的排放量。省级电网平均二氧化碳排放因子是按照省级行政区域边界将全国的电网进行划分，之前公开发布的省级电网排放因子有 2010 年、2012 年和 2016 年三个年度，主要用于支撑各级政府‘十二五’和‘十三五’时期碳强度下降目标考核。”

国网能源研究院能源战略与规划所高级专家金艳鸣说，此前，我国一些电力排放因子在时空尺度上不能满足用户侧碳核算需求。“区域及省级电力排放因子尚未建立更新机制，难以及时反映新能源快速发展趋势及地区能源电力结构的差异性，不能满足企业应对欧盟碳关税以及开展碳信息披露等诉求。”

■丰富种类

此次《公告》除了对省级区域等排放因子作了更新，还进一步丰富了排放因子种类，为核算不同主体电力消费二氧化碳排放量提供重要基础参数。

清华海峡研究院能源与环境中心特聘专家郑颖表示：“首次发布全国电力平均二氧化碳排放因子对非化石能源电力的扣除口径做了明确解释，一定程度上解决了企业可能面临的非化石能源电力的零排放价值在范围二核算和电力排放因子端核算时的双重计算问题，填补了电力排放因子体系的空缺，为企业的电力碳排放核算提供了更加精准的工具。”

此外，此次排放因子是生态环境部与国家统计局共同发布，依据《碳排放权交易管理办法（试行）》有关规定，组织开展发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作，在发布级别上有所提升。“事实上，之前的全国电网平均排放因子数值均在行业性文件中发布，而此次公布的排放因子跳出之前的行业文件限制，适用范围扩大到全行业，所有的企业在核算电力间接排放时均可使用。”郑颖说。

《公告》首次公布排放因子的计算方法和数据来源。郑颖坦言：“这一次公布的电力排放因子，把方法学和数据都写得比较清晰，基本满足公开可查的计算规则，在使用时也会觉得更加方便。”

■完善细则

据了解,下一步生态环境部、国家统计局将建立电力二氧化碳排放因子常态化发布机制。根据基础数据更新情况,拟于 2024 年尽早发布 2022 年电力二氧化碳排放因子,后续将及时更新和定期发布电力二氧化碳排放因子。

在王永利看来,目前电力碳排放因子核算体系得到进一步完善,但高度依赖于能源活动、工业生产过程等活动水平数据,目前主要通过统计年鉴等公开渠道获取,需要更高时效性、更高准确度而且是统计口径高度统一的活动水平数据,来测算电力碳排放,即可以获取不同主体电力数据,通过以电折能、以能算碳的方法测算不同主体碳排放。

“此次电力碳排放因子的发布一定程度上解决了企业电碳核算等问题,但尚未发布考虑绿证环境权益的电力调整因子,与要求的‘绿证是绿证环境权益唯一证明’的政策衔接有待加强,同时目前发布的各类因子也不能支持出海企业的产品碳足迹核算。”对此,金艳鸣建议,一是结合后续电碳市场衔接的实际,考虑发布扣除绿证环境价值属性的电力排放调整因子;二是汇集北京电力交易中心、广州电力交易中心等机构数据,发布电力消费剩余组合,支撑中国企业开展出海产品碳足迹核算;三是加快中国电力碳足迹相关标准制定等能力建设。

郑颖则认为,可进一步优化扣除的方式。与现在电网排放因子扣掉市场化交易的非化石能源电力相比,扣掉绿证对应电量更符合市场的使用情况,更多的市场主体采购绿证降低电力间接排放,因此市场使用绿证的数量远大于只参与市场化交易的非化石能源电量。“绿证已经明确是可再生能源电力环境属性的基本凭证,而且绿证未来将对可再生能源电力全覆盖全核发。在核算电力排放因子时,如果只扣除了市场化交易的非化石能源电量,意味着交易外的单独交易的绿证的环境价值,仍然在消费侧核算和电力排放因子侧核算时被重复计算,为了避免重复计算,企业在核算时或许只能使用绿电交易部分的电量环境价值,可能会加剧部分地区绿电交易供需紧张。”

甲烷减排技术国际共享有待提高

中国科学报 04 月 08 日

近日,哈尔滨工业大学(深圳)副教授蒋晶晶、助理教授尹德云团队在甲烷减排技术创新与国际扩散领域取得进展。相关成果发表于《自然-气候变化》。

有数据显示,自第一次工业革命以来,大气中的甲烷浓度增长了一倍以上,2022 年达到了有观测记录以来的最大值,由此产生的温室效应造成了全球变暖。

甲烷是一种典型的短生命周期气候污染物，具有增温潜势高、生命周期短的特点，减少甲烷可以通过减少大气丰度获得直接回报。因此，大幅减少人为甲烷排放是遏制短期气候变暖的快速途径。

“甲烷减排技术的创新与扩散是实现大规模甲烷减排的根本条件，但目前针对甲烷治理的技术或专利分类体系尚未建立。”蒋晶晶介绍。

对此，研究团队开发了以甲烷减排和甲烷移除为目标的专利检索和分类方法学，从农业畜牧业、化石能源、废弃物、生物质等领域识别了超过 17.5 万项甲烷减排发明专利，并分析了 1990 至 2019 年间全球甲烷减排技术创新的演变趋势、部门和区域分布以及国际转移扩散进展。

“研究发现，全球高质量甲烷减排发明在 1990 至 2010 年间持续增长，但 2010 至 2019 年间呈年均约 3.5% 的下跌趋势。”尹德云介绍。

研究发现，与总体温室气体减排技术相比，甲烷减排技术的国际扩散率约低 11.1%，且绝大多数的甲烷减排技术转移发生在发达国家之间或者流向中国、巴西等国家，其他发展中国家和最不发达国家极少涉及。

研究还发现，少数几个发达国家持有超过全球半数的高质量甲烷减排发明，因此近年来这些国家的甲烷排放呈增速放缓乃至下降趋势。

蒋晶晶表示，大部分其他发展中国家和最不发达国家的甲烷排放量呈增长趋势，特别是农业畜牧业和废弃物甲烷排放量，将成为未来全球甲烷排放的主要驱动力，但是这些国家和地区很少拥有甲烷减排发明。因此，国际社会迫切需要加强对发展中国家和最不发达国家的甲烷减排技术转移和技术援助。

四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

国内首个规模化绿色甲醇项目开工

科技日报讯 04 月 12 日

近日，国内首个规模化绿色甲醇项目——上海电气洮南市风电耦合生物质绿色甲醇一体化示范项目开工仪式日前在吉林省洮南市举行。

据悉，项目计划总投资 224 亿元，分三期实施，全部建成后每年可生产百万吨绿色甲醇。项目一期总投资 56 亿元，计划建设 25 万吨风电耦合生物质制绿色甲醇一体化项目，配套新能源规模 68 万千瓦，自发自用、轻度并网。项目建成投产后可实现年产值 12 亿元，为实现大规模绿电消纳提供了新的技术路线和商业模式。

据介绍，项目是吉林省“氢动吉林”“吉氢入海”战略布局的重要组成部分，也是国家首批绿电制氢就地消纳示范项目。项目旨在利用洮南市丰富的可再生资源，以风能和生物质能为基础，打造“绿色新能源+绿色化工”产业链。

据悉，近年来，洮南市积极推动风、光、生物质、垃圾发电四类新能源齐头并进，风电、光伏、制氢三类装备制造企业共同发展，地热供暖、抽水电站、铅碳储能三个产业全面提升，新能源产业一体化、全链条发展路径形成，产业新生态和竞争新优势得以构建。

日本设计出可生产绿色塑料的新菌株

中国科学报 04 月 15 日

日本神户大学等机构通过操控基因组设计出一种细菌菌株，可大量生产性能优异的生物基聚合物材料，有望生产出可生物降解的绿色塑料。4 月 9 日，相关成果发表于《美国化学会可持续化学与工程》。

塑料是人类文明的标志之一，具有可塑性、多用途和耐久性，但因难以自然降解而成为污染源，且原料主要来源于不可再生的原油。目前最有前途的替代品之一是从植物中提取的聚乳酸，但其质地较脆，且降解性差。

通过添加新基因和删除干扰基因，研究人员改造出一种特殊的细菌，能只以葡萄糖为原料大规模生产生物基聚合物材料——LAHB，这是一种高度透明且具有柔韧性的生物塑料。通过修改基因组，研究人员还能控制 LAHB 分子链的长度，使其比传统方法生产的分子链长 10 倍。在聚乳酸中加入这种超高分子量的 LAHB 后，科研团队获得了一种性能更优异的材料，比聚乳酸具有更好的成型性和抗冲击性，而且在海水中 1 周就能被生物降解。

废塑料化学循环可将“白色污染”变为“白色油田”

科技日报 04 月 23 日

今年4月22日是第55个世界地球日。国家发展和改革委员会宏观经济研究院经济体制与管理研究所22日发布的《废塑料化学循环综合性研究报告》（以下简称《报告》）显示，废塑料化学循环正成为国内外塑料污染治理新方向，可将“白色污染”变为“白色油田”。

《报告》主要作者、国家发展和改革委员会经济体制与管理研究所循环经济研究室主任张德元介绍，化学循环与物理回收是废塑料材料化循环利用的两大路径。化学循环是指以废塑料为原料，采用化学方法将其转化为一定比例的塑料单体以及其他化学组分，并进一步生产塑料及其他化工产品的过程。

“从欧盟、日本等国家和地区的废塑料材料化回收实践看，资源化价值较好的工程塑料、中空瓶体硬质包装类塑料等废塑料基本能够通过物理方式实现较好的回收利用，而占塑料产量46%左右的软包装类、膜袋类等低值废塑料则普遍以焚烧或填埋方式处理。”张德元说。

业内专家表示，与物理回收相比，化学循环具有广泛的原料适应性，能将无法有效经济回收的低值废塑料和复合包装，甚至填埋场或自然界中堆存的废塑料进行集中回收利用。

数据显示，2023年我国产生废塑料6200万吨左右，回收量为1900万吨，较2022年增加5.6%。但与其他国家和地区一样，我国也面临着材料化回收率难以进一步提升等问题，迫切需要探索化学循环途径。

《报告》显示，目前化学循环技术已逐渐成熟，形成了以裂解法、解聚法、气化法为主的主流技术工艺。

张德元表示，目前迫切需要明确废塑料化学循环战略定位，将其作为构建我国塑料污染治理体系和能源资源战略安全保障的重要组成部分，纳入塑料污染治理政策法规体系、循环经济规划和废旧物资循环利用体系规划，并作为应对塑料污染的核心手段。

同时，明确将化学循环作为废塑料回收利用的重要技术路线。在产业布局上，将化学循环项目作为资源综合利用项目，优先在化工园区集中布局和运行管理，在碳排放指标、用能指标和用地指标上优先保障等。

“此外，还应加大推进化学循环示范试点工程建设，支持重点企业新建或利用现有装置开展工业化示范，鼓励上下游产业链融合发展的示范项目建设。”张德元说。

新催化剂可将油脂变成绿色柴油

科技日报 04月23日

近日,中国科学院青岛生物能源与过程研究所多孔催化材料研究组开发出一种全新的受阻型路易斯酸碱对 (FLPs) 催化剂。该催化剂在无任何添加剂的条件下,能够实现油脂向绿色柴油的高效催化转化,且连续运行 500 小时以上没有活性损失。相关研究成果近日发表于《自然·通讯》期刊。这是《自然》系列期刊首次刊发关于绿色柴油合成的研究型论文。

FLPs 催化剂在催化活性、稳定性、成本、环保属性等方面均具优势,有望替代商用硫化态催化剂,为绿色柴油产业提供更绿色、更高效的工艺方案。

绿色柴油即烃基生物柴油,是由废弃油脂等加氢脱氧得到的烃类物质,也是国际公认的绿色清洁燃料。在工业上,用于废弃油脂加氢脱氧的催化剂主要为过渡金属硫化物。因硫元素易于流失,在催化反应中需要不断地补充含硫化合物,才能维持催化剂活性。这会导致生产成本增加、设备腐蚀及环境污染等一系列问题。因此,开发高效、稳定的无硫催化剂对绿色柴油的规模化推广意义重大。

由于无硫催化剂长期稳定性差、催化效率低,一直以来,工业应用中没有能够替代金属硫化物的催化剂。青岛能源所多孔催化材料研究组面向实际工业应用,进行了 FLPs 催化剂的批量制备及成型,并验证了成型催化剂在 1000 小时连续流反应中仍具有优异的活性及稳定性。

研究团队介绍,FLPs 催化体系展示出优异的催化性能,可用于餐厨废油、大豆油、棕榈油、动物油脂等原料的加氢脱氧。

“膜”研究获两项重要突破

中国科学报 04 月 23 日

国家纳米科学中心研究员唐智勇和李连山团队在有机小分子分离膜和单分子层膜研究领域获得新进展。相关研究成果分别发表于《德国应用化学》和《纳米快报》。

分离膜材料在许多领域具有重要的应用价值,在水体系中,其在海水淡化、污水处理等领域已实现商业化应用。但在有机体系中,分离膜材料应用滞后。芳烃和脂肪烃的膜分离是石油工业中的关键要求。由于缺乏能够耐受有机溶剂、具有分子特异性且便于加工的膜材料,这项任务面临重大挑战。

为此,团队采用混合单体制备共价三嗪框架膜的策略,通过将空间单体与平面单体共聚,微妙地调节孔径和膜亲和力,使得分子量较低的芳烃优先于脂肪烃渗透,从而实

现了芳烃和脂肪烃混合物的全液相分离。

“进一步研究发现，分子尺寸筛选和渗透分子与膜之间的亲和力协同效应，在分离这些相似的有机小分子中起着关键作用。”论文共同第一作者、国家纳米科学中心博士后刘瑾静说，“该膜在实际操作条件下表现出优异的稳定性，这为制备芳烃和脂肪烃选择性膜提供了途径，从而在解决膜技术分离有机小分子的问题中迈出了重要一步。”

在另一项研究中，团队采用界面预组装聚合策略，合成了单分子层厚度的共价有机框架薄膜，用于研究其在有机溶液中的离子传输行为。

“通过反向电渗析从废弃有机溶液中提取渗透能，是一种有前景的能源提取方式。”论文共同第一作者、国家纳米科学中心博士生方慕楠说，“这能重新利用工业废物，并有助于满足不断增长的能源需求。”

研究人员发现，这种单分子层厚度的共价有机框架薄膜在有机溶液中呈现出电荷控制的离子传输行为。此外，这种超薄膜还具有高输出功率密度以及良好的转化效率和稳定性。

五、太阳能

新材料大幅提升太阳能电池量子效率

科技日报 04月11日

据最新一期《科学进展》杂志报道，美国理海大学研究人员开发出一种新材料，可大幅提高太阳能电池板效率。使用该材料作为太阳能电池活性层的原型表现出80%的平均光伏吸收率、高光生载流子生成率以及高达190%的外量子效率（EQE）。这一指标远远超过了突破硅基材料的肖克利-奎瑟理论效率极限，并将光伏量子材料领域推向新高度。

研究人员表示，这项工作代表着在理解和开发可持续能源解决方案的一次重大飞跃。未来，这种创新方法将重新定义太阳能的效率和可及性。

该材料效率的提升很大程度上归因于独特的“中间能带态”，即位于材料电子结构内的特定能级。这使其成为太阳能转换的理想选择。

这些态的能级处于最佳子带隙内（材料可有效吸收太阳光并产生载流子的能量范围），约为0.78至1.26电子伏特。此外，该材料在电磁波谱的红外和可见光区域具有高吸收水平。

在传统太阳能电池中，最大 EQE 为 100%，代表从太阳光吸收的每个光子产生并收集一个电子。然而，过去几年开发的一些先进材料和结构已经证明能够从高能光子中产生和收集多个电子，也就是说 EQE 可以超过 100%。虽然这种多重激子产生材料尚未广泛商业化，但它们具有极大提高太阳能系统效率的潜力。

在新材料中，“中间能带态”能够捕获传统太阳能电池失去的光子能量。研究人员利用“范德华间隙”，即层状二维材料之间的原子级小间隙，开发了这种新型材料。这些间隙可以限制分子或离子，材料科学家通常使用它们来插入或嵌入其他元素，以调整材料特性。

为了开发新材料，研究人员将零价铜原子插入到由硒化锗和硫化锡组成的二维材料层之间。随后，他们开发出可作为概念证明的原型。结果发现，其快速响应和提高效率有力地证明了铜插层作为量子材料在光伏应用中的潜力，这为提高太阳能转换效率提供了一条新途径。

欧洲最大光伏电站成功并网，开启新能源时代

能源界 04 月 24 日

从外媒获悉，德国投资公司 Hansainvest Real Assets 在德国莱比锡附近的 Witznitz 启动了一座 605 MW 的太阳能发电厂。

这座设施是目前欧洲最大的运营光伏项目。而在其投入使用之前，欧洲最大的太阳能装置曾是横跨西班牙南部埃斯特雷马杜拉地区的乌萨格雷(Usagre)、伊诺霍萨德尔瓦列(Hinojosa del Valle)和比恩维尼达(Bienvenida)三个城市的 500 MW 的 Núñez de Balboa 项目。

在这座新建发电厂现场，项目开发商 Move On Energy 计划在 2024 年夏季再安装 45 MW 发电量。Witznitz 项目于 2022 年 6 月举行开工奠基仪式，并在不到两年的时间内顺利建成。

Move On Energy 在 500 公顷的“Witznitz II”露天褐煤矿旧址上部署了约 110 万块太阳能组件。作为该项目的一部分，还新建了骑行车道。这座大型发电厂四周围栏处也设置了树篱。

Hansainvest Real Assets 还计划测试“太阳能组件下方区域的并行农业用途”，并为此设置了一块 5 至 10 公顷的测试区域。

六、地热能

我国最深地热科探井完钻

科技日报 04月09日

近日，中国石化部署在海南的福深热1井顺利完钻，井深达5200米，刷新了我国最深地热科学探井纪录。该井的成功钻探，揭示了华南深层地热形成与富集机理，意味着我国干热岩勘探在地区和深度上取得新突破，对提升我国华南地区地热资源规模化开发利用、助力区域能源结构调整具有重要意义。

福深热1井是中国石化石油勘探开发研究院部署的重点地热科探井，钻探目标为2.5亿年前的花岗岩，属于深层干热岩地热井。自2023年8月开钻以来，该井应用了“双驱钻井+高压喷射”等多项中国石化自主研发的创新技术，在近3900米温度超过150℃，达到高温地热标准，在5000米温度超过180℃，达到国家能源行业标准规定的干热岩温度界限，形成了深层地热资源探测评价关键技术，达到科学探井预期目标和任务要求。

据介绍，下一步，中国石化将依托福深热1井开展深化研究和现场试验，建成我国华南首个深层地热产学研一体化现场试验研究平台和开发利用示范平台，探索形成适用于华南地区的理论方法和技术体系，助力我国实现“双碳”目标。

地热能是一种稳定可靠、绿色低碳的可再生能源，具有储量大、分布广、清洁环保等特点。当前，我国地热资源开发利用多以浅层和中深层的水热型地热为主，而埋深3000米以下的深层地热，尤其是干热岩资源的开发尚处于探索阶段。

干热岩一般指埋在地下数千米处、温度大于180℃、内部不含或仅含少量流体的高温岩石。据中国地质调查显示，我国陆区地下3000米至10000米范围内的干热岩型地热资源量折合标准煤856亿吨，即使仅采出2%，也可以达到2023年我国全年能源消费量的2993倍。

油气勘探专家、中国工程院院士郭旭升表示，我国在浅层和中深层地热资源直接利用方面，已经形成了比较完善的技术体系，但在深部地热资源的开发上还有很大发展空间。“福深热1井钻探到的深部干热岩，资源量大、温度高，在供暖制冷等方面的前景非常好，我们要进一步深化研究，大胆探索。”郭旭升说。

浅层地热远传系统在内蒙古上线

科技日报 04 月 11 日

近日，由北京大学鄂尔多斯能源研究院实施的内蒙古科技重大专项“风—光—储—冷—热—电零碳机场构建关键技术研发及应用”项目取得重要进展，其面向节能减碳方向研发的加装新型蓄散结合式浅层地源综合试验测试平台远传系统，正式上线试运行。

据介绍，该系统运用“分散控制，集中管理”的分散控制系统技术，深入探索地热资源在试验过程中的蓄热温度、压力、流量等关键参数的变化。同时，系统还具备异常数据记录和报警功能，助力科研人员实施更精细化的管控，确保试验过程的安全稳定。

北京大学鄂尔多斯能源研究院节能减碳团队首席科学家、项目负责人张信荣教授介绍，该套系统通过各控制器之间的网络连接，实现了高效的数据交换，精细掌控着浅层地热的各个实验点，可将实时数据以清晰直观的方式呈现在科研人员面前，为他们提供了便捷、直观的数据观测途径。

据悉，张信荣研究团队针对鄂尔多斯能源产业碳排放量大、能耗高、冷热分离等现状，以天然工质二氧化碳资源利用为核心，提出高效、低碳、环保的二氧化碳制冷—制热—发电—储能四位一体综合利用技术。

此外，该项目还涵盖了多个层面的研究，包括零碳排放约束下的区域风、光、储、冷、热、电协同规划技术，浅层地热二氧化碳大温差蓄散结合式开发与应用，二氧化碳冷热一体化综合应用优化等。其中，新型蓄散结合式浅层地源综合试验测试平台的构建，将为开启地热资源的系列工程提供关键技术支撑。

科学家提出动态地热资源评价新方法

中国科学报 04 月 29 日

近日，我国科学家在地热资源评价方法方面取得新进展。他们通过结合地下渗流数值模拟技术与高斯核密度估计方法，提出了动态地热资源评价新方法。相关成果发表于《地热学》(Geothermics)。

传统的地热资源评估方法，如美国地质调查局在 20 世纪 70 年代提出的体积法，虽然在早期项目评估中发挥了重要作用，但在处理地质不确定性和开采过程中的动态变化方面存在

明显不足。

该研究提出的新方法结合了数值模拟技术和高斯核密度估计（KDE）方法，不仅考虑了储层的非均质性，还模拟了在储层物性参数不确定性条件下的流体流动和热量传递过程，为地热资源的动态评估提供了一种新方法。其中，数值模拟是该方法的核心。

中国科学院广州能源研究所联合多家机构，通过模拟地热储层中的流体流动和热量传递过程，该方法能够精确地模拟地热系统在实际操作中的响应。这包括了对储层几何结构的复杂性、流体流动的物理特性以及热传递机制的综合考虑。

在使用该方法进行动态资源评估过程中，采用了地下渗流数值模拟软件 Delft Advanced Research Terra Simulator（DARTS）。中国科学院广州能源研究所博士后田小明为该软件主要开发者之一。DARTS 是一款基于有限体积法的多相多组分模拟器，集合了“基于算子的线性化方法”“约束压力残差法”等多种高效算法，有效整体提升数值模拟过程的计算效率。

为了量化评估过程中的不确定性，该研究引入了高斯 KDE 方法。该方法可以估算在特定条件下（如热突破阈值、固定储层寿命和目标热量产出）的概率密度函数，不仅提高了对地热储层复杂性的理解，还为资源评估提供了更可靠的概率分布。

研究人员通过在一系列简单均质模型和复杂非均质模型中的应用，展示了新评估方法的有效性。结果表明，增加生产井和注入井之间的距离，可以有效延长储层的使用寿命、提高最终生产井的温度，并增加能量产出。

该研究还发现，垂直于高渗透性河道进行地热对井的布置可提高储层的产能，从而优化井位布局策略。

七、海洋能

波浪能海洋生态监测浮标研发测试平台投用

科技日报 04 月 11 日

4 月 9 日，中国科学院深圳先进技术研究院（以下简称“深圳先进院”）自主研发的波浪能海洋生态监测浮标研发测试平台在广东省深圳市大鹏海域投用。

该波浪能海洋生态监测浮标研发测试平台被命名为“合作者号”，直径 3.3 米，高 9 米，重达 9 吨，于 2024 年 1 月在深圳大鹏湾海域下水试运行。经过两个月的海上测试调整，平台各项功能运行良好。

深圳市海洋声光探测技术及装备工程研究中心主任李剑平介绍，“合作者号”生态监测浮标搭载多种国产先进传感器和监测设备，不仅能实时监测温度、盐度、酸碱度、溶解氧等传统海水环境要素，还可实现对浮游生物、底栖生物、游泳生物等智慧监测。

据悉，“合作者号”由深圳先进院联合中国科学院广州能源研究所、广州航标处等单位共同设计研发，能够将波浪能转化为电能，补充传统浮标仅依靠太阳能和蓄电池作为能量来源的短板，为浮标搭载的各类传感器和设备提供持续稳定的电力供应。

深圳市海洋发展局副局长成嶂旻表示，“合作者号”浮标将成为深圳市未来开展海洋仪器研发、试验验证的重要创新共享平台，将为深圳开展海洋环境与生态监测提供新型的仪器工具、技术手段和数据支撑。

另悉，该浮标符合航标设计标准，在搭载海洋生态监测仪器设备的同时，亦具传统航标导航功能，且兼抗台风、防生物附着等特点。

半潜桁架式养殖平台“台山 1 号”下水

中国科学报 04 月 03 日

近日，大广海湾现代化海洋牧场半潜桁架式养殖平台“台山 1 号”在广东江门下水，通过崖门水道投放至乌猪洲高冠海域。

据悉，“台山 1 号”是江门首座半潜桁架式养殖平台，也是广东首座入级中国船级社（CCS）的 3 万立方米水体半潜桁架式养殖平台。“台山 1 号”采用单点系泊，网衣独立悬挂、低舷无障养殖操作配套等技术，集当前海工装备制造、深海养殖领域的领先技术于一体，具有出色的抗风浪性能和稳定性。

据介绍，中山大学-台山海洋发展优势种业与智慧养殖联合研发中心为“台山 1 号”平台创建了 3 个智慧养殖融合模式：一是融合信息技术、生物技术与海洋技术，打造台山海洋牧场的“蓝色引擎”；二是融合 PB 级大数据与 AI 技术，形成国内领先，具备特色遗传资源保藏、PB 级大数据管理与高通量生物信息智算能力的海洋牧场数智平台；三是融合干湿双

库协同建设，建立集智能养殖、智能监测和溯源系统为一体的海洋牧场数字平台与深海养殖大食物监测统计体系。

海洋牧场巨无霸“恒燧一号”投入使用

中国科学报 04月08日

近日，巨型驳船“黄船030”轮装载深海养殖平台“恒燧一号”在广东惠来前詹港区安全出港，驶往湛江东海岛海洋牧场规划海域进行安装使用，这标志着粤东地区先进海工制造业迈出了重要一步。

“恒燧一号”总长101米、总宽47.5米、重量2300吨，设计养殖水体达6万立方米，是粤东海工制造业首次建造的养殖水体规模最大、智能化程度最高的深海养殖平台。该平台配备了柴发燃油系统、光伏系统、吊机起重系统、冷藏系统、养殖投喂系统及8人居住系统，除开展鱼种养殖外，还便于灵活开展各类养殖试验，降低疫病扩散风险。

八、氢能

低碳与氢冶金联合实验室启用

科技日报 04月09日

4月8日，由巴西淡水河谷公司（以下简称“淡水河谷”）与中南大学合作共建，聚焦低碳与氢冶金技术领域的“淡水河谷—中南大学低碳与氢冶金联合实验室”，在湖南长沙宣布正式启用。

据了解，淡水河谷是全球矿业巨头，也是世界第一大铁矿石生产和出口商，在支持钢铁行业低碳发展方面具有得天独厚的优势。中南大学则是拥有全球最完备的“地质、采矿、选矿、冶金、材料、加工、制造”有色金属学科体系链的高等院校，在矿物资源的生物提取、高效与循环利用等方面有独特优势。

双方联合建设该实验室，既是2021年11月、2022年5月中国—巴西高层协调与合作委员会第五、六次会议的重要成果之一，也是2023年9月长沙市全力建设全球研发中心城市首开式上的首批揭牌重大项目之一。

基于着力推动钢铁工业低碳减排及绿色发展、有效利用巴西高品质铁矿资源的目标，该实验室目前已形成铁矿分选与预处理、清洁造块、直接还原、功能材料制备及二次资源综合利用等五大功能区，打造了低碳烧结、低碳球团及氢基直接还原等领域的三大中试基地。

揭牌仪式上，湖南省科技厅副厅长曾立新表示，低碳与氢冶金联合实验室是中巴科技创新合作的标志性项目，有望为我国钢铁工业绿色低碳高质量发展、达成“双碳”目标，提供重要技术支撑。同时，该实验室也对进一步深化中巴双边科技创新合作以及人文交流，具有重要的现实意义和深远影响，对推动共建“一带一路”国家科技创新合作，具有重要示范带动作用。

“希望这一实验室平台的建设，能着力打造氢冶金技术体系，重点突破低碳钢铁冶炼关键共性技术瓶颈，加速低碳前沿技术研发，促进科技成果转化应用。”曾立新说。

中国工程院院士、中南大学校长李建成介绍，学校着力将联合实验室打造成特色鲜明、装备先进、管理科学的国内领先、国际一流的国家创新平台，为钢铁行业绿色转型发展提供有力的科技支撑。

淡水河谷黑色金属研究院院长康睿儒表示，中国正加快发展新质生产力，联合实验室的启用，将有力推动低碳与氢冶金领域的研究，助力钢铁行业更快发展新质生产力，更早实现绿色转型。他透露，近年来，淡水河谷研发团队已开发了铁矿石压块、Tecnored 和巨型枢纽等一系列创新解决方案，以助力钢铁行业加速脱碳。

新研究将金属废料转为制氢催化剂

科技日报 04月18日

英国诺丁汉大学化学学院和工程学院的一组研究人员发现，金属加工的副产品——金属屑的表面具有纳米级的微小台阶和凹槽纹理。这些结构可锚定铂或钴的原子，从而形成一种新型水电解制氢催化剂。该研究发表在英国皇家化学学会《材料化学杂志 A》上。

氢是一种清洁燃料，可用于产生热量或为车辆提供动力，其燃烧的唯一副产品是水蒸气。

水电解是最有前途的绿色制氢途径之一，但其制备过程中需要铂等稀有且昂贵的元素来作催化剂。随着全球贵金属供应紧张和价格不断上涨，人们迫切需要找到替代传统电催化剂的新方法。

此次，研究人员利用磁控溅射在金属切屑表面产生“铂原子雨”。然后，这些铂原子聚集成纳米颗粒，紧密贴合在切屑纳米级凹槽上。与最先进的商业催化剂相比，新方法的铂负载量较低。通过将 28 微克的贵金属“撒”在 1 平方厘米的切屑上，研究人员创建了一个实验室规模的电解槽。其运行效率为 100%，每分钟仅用一块切屑即可产生 0.5 升氢气。

研究人员表示，由切屑制成的电催化剂有可能对经济产生巨大影响。新技术解决了两大问题。首先，它能使用尽可能少的贵金属来生产绿氢；其次，它可在一个过程中对航空航天工业中的金属废料进行升级改造。

全球最大“绿氢+”煤制烯烃项目进度加速

鄂尔多斯日报 04 月 28 日

近日，总投资 673 亿元建设的全球单厂规模最大的烯烃厂项目——内蒙古宝丰煤基新材料项目正在加速推进，取得阶段性建设成果。

项目建设现场，卡车穿梭、机器轰鸣，处处一派热火朝天的施工景象。自开工以来，内蒙古宝丰煤基新材料项目建设进展迅速，主体施工和 6000 多台设备安装工作已基本完成。

项目一期投资 478 亿元，年产 742 万吨甲醇、300 万吨聚烯烃、150 万吨聚乙烯、150 万吨聚丙烯。其中用“风光融合”发绿电制取绿氢，用绿氢替代石油生产绿色甲醇、绿色烯烃。目前，项目土建主体及设计工作已结束，项目设备总计 11470 台，各装置全面进入设备安装及工艺配管大干阶段。

内蒙古宝丰煤基新材料项目空分装置项目经理刘洋洋说：“目前空气分离装置的整体进展已达 80%，我们实行两班制，要保证在 9 月 1 日之前，做出合格的氮氧供给下游装置。”

今年，该项目将继续围绕 18 个月建成投产目标加速推进，全年计划完成固定资产投资 336.39 亿元，其中，乌审旗煤制烯烃项目完成固定资产投资 170 亿元。力争在 10 月份产出聚烯烃产品，确保项目顺利投产达效。

内蒙古宝丰煤基新材料有限公司总经理韩华山说：“项目全部建成后，可实现年营业收入超 600 亿元，工业增加值 400 亿元，纳税超 60 亿元，解决社会就业 1 万余

人，将为助力内蒙古建设国家现代能源经济示范区和实现国家碳中和目标提供有力支撑。”

激发“氢”动力 氢能产业点燃绿色新引擎

人民网 04月26日

近年来，我国氢能产业步入发展“快车道”，可再生能源制氢势头强劲，应用场景加速拓展，为能源绿色低碳转型和经济高质量发展注入新动能。

陕西研发首条氢燃料电池系统装配线，填补当地燃料电池系统生产的空白，产品性能全国领先；北京氢能产业实现从无到有、从有到优的三级跨越，提前完成质子交换膜、催化剂等关键零部件的自主化应用；四川实现“制储运加用”氢能产业链全覆盖，不断拓展氢能在分布式能源、飞行器等领域的应用，打造“成渝氢走廊”……

多位专家表示，在全球能源向清洁化、低碳化、智能化发展的趋势下，氢能产业已经成为当前能源技术变革的重要方向，要不断完善产业生态，形成“虹吸效应”，推动氢能产业强链、补链、延链。

绿氢是实现“双碳”目标和推动能源转型的重要基础。通过太阳能、风能等可再生能源发电直接制氢，可实现全生产流程基本不产生温室气体，有效降低碳排放。

在新疆阿克苏地区，我国规模最大的光伏绿氢项目“中石化库车绿氢示范项目”已全面建成投产，制氢规模达到每年2万吨。在占地9700多亩的项目园区，太阳光正以最佳角度照射到50多万块光伏板上。这些光伏板的倾角均通过专业辐照测算，确保全年接受的太阳辐射最大化，年发电量近6亿千瓦时，平均每天发电159万千瓦时。绿电被输送到绿氢工厂制取氢气，实现“绿氢”替代“灰氢”的绿色降碳生产。

“这是绿氢炼化首次实现规模应用，对炼化企业大规模利用绿氢实现碳减排具有很好的示范效应。”业内专家表示，随着技术和产业创新，绿电绿氢一体化生产、氢能基础设施和氢基碳中和解决方案等将逐步走向成熟，预计未来10-15年将是氢能产业发展的关键阶段，并有望实现绿氢在主要应用领域的规模化部署。

绿氢技术为氢能产业上游的绿色低碳发展提供了有力保障，而产业下游的延伸则有赖于氢能与交通运输业、制造业、建筑业等领域的“跨界联动”。

近年来，氢能的应用场景加速拓展，产业链中下游实现“多点开花”。我国首列氢能源市域列车成功达速试跑，实现全系统、全场景、多层级的性能验证；全球首个氢气品质移动检测车公开亮相，攻克可移动化气体痕量高精度分析技术的“卡脖子”难题；国家能源氢储运创新平台组团上阵，推动我国氢储运关键技术自主化和产业链自控……

据国家能源局科技司有关负责人介绍，目前，氢能示范应用在交通领域有序推进，在工业、建筑、储能等领域积极拓展。数据显示，2023年我国氢燃料电池汽车销售量新增5791辆，同比增长约72%；已建成加氢站407座，其中综合能源站已经成为主要建站方式，占比达到58%。

在常规领域之外，未来产业加速赋能，氢能产业与大数据、人工智能技术深度融合，探索“AI+氢能”的行业智能化之路。

在上海，我国首个外部环境感知、整车集成优化控制的人工智能系统正式发布，为氢能物流车提供了更节能、更长途的解决方案，实现发动机寿命提高15%，续航里程增加20%；在天津，全球首台氢电混合动力人工智能运输机器人公开亮相，搭载港口全面数字孪生技术底座，依托5G通信技术、北斗导航技术，无需借助任何标记物，即可实现自动驾驶。

“氢能与人工智能的融合，将有效拓展氢能市场应用的新空间，助力我国实现‘2035年形成多元氢能应用生态’的战略目标。”中国产业发展促进会氢能分会副会长兼秘书长张宇表示，人工智能与氢能的跨界融合创新有着重大的示范效应，随着人机协同时代的到来，人工智能与氢能的“两能”融合将助力达成“双碳”目标，推动氢能产业高质量、可持续和智能化发展。

九、风能

全国最大“沙戈荒”能源大基地首个250万千瓦风电项目获批 核准

能源界 04月28日

据国家能源集团宁夏电力之声消息，4月26日，宁夏回族自治区发改委下发国家能源集团宁夏腾格里沙戈荒固原红寺堡海原250万千瓦风电基地项目核准批复，项目由国能腾格里公司牵头开发，标志着国内最大的“沙戈荒”能源大基地首个GW级风电项目前期工作取得实质性进展，即将进入建设实施阶段，为国家“沙戈荒”能源基地风电项目提供宝贵的开发建设经验。

宁夏腾格里沙戈荒能源大基地暨“宁湘直流”配套电源基地是我国首个国家发改委和国家能源局“双批复”的沙戈荒能源大基地，也是充分落实国家“沙戈荒”规划布局的开篇之作，战略意义重大。腾格里基地项目依托宁夏至湖南±800千伏特高压直流工程，配套建设新能源1300万千瓦，其中风电400万千瓦、光伏900万千瓦，调峰煤电464万千瓦。

该基地风电项目总投资约120亿元，位于吴忠市红寺堡区以及固原市原州区、西吉县、隆德县、海原县境内，总装机容量为250万千瓦，将于年内开工建设。项目建成后，预计年平均发电量约55亿千瓦时，每年可节约标煤160万吨以上、减少二氧化碳排放量450万吨以上，将有力促进宁夏资源优势转换，推动能源清洁低碳转型。

我国首个柔直海上风电项目取得新突破

能源界 04月09日

近日，我国首个同时也是亚洲首个采用柔性直流输电技术送出的海上风电项目——三峡集团江苏如东800兆瓦(H6、H10)海上风电项目(以下简称“三峡如东项目”)，累计生产清洁电能突破50亿千瓦时，相当于减少标准煤消耗约150万吨，减少二氧化碳排放约375万吨。

柔性直流输电技术是目前世界上最前沿的输电技术，特别适用于长距离的跨海电缆送电、可再生能源并网、分布式发电并网、孤岛供电(黑启动)、异步交流电网互联等领域。如果把电流比喻成水流，那么柔性直流技术就相当于一个精准的“拦水坝”，能够精准控制水流的方向、速度和流量，使水库水位更加平稳。除此之外，柔性直流输电技术还可以将远海的电能转换为损耗更低的直流电，相比传统输电方式具有更好的经济性优势。三峡如东项目还建成了亚洲首座海上换流站，总重量达到22000吨，采用浮托法安装，这也是国内首次采用浮托法安装的海上换流站。三峡如东项目直流

海缆使用±400kV 电压等级，海缆长度达到 99 公里，为目前国内最长的柔性直流输电电缆。三峡如东项目多个首次的集合运用，为海上风电深远海大规模开发提供了关键解决方案。

十、其它

奋进号钻井平台成功完成深水超高温高压探井作业

科技日报 04 月 11 日

近日，中海油田服务股份有限公司历时 53 天，所属奋进号钻井平台（以下简称“平台”）圆满完成海南三亚崖城区块某深水超高温高压一类风险探井作业，钻井工期提速、提质、提效，取得阶段性突破。

该井水深近千米，井底压力超过 10000 磅/平方英寸，目的层井段作业窗口极窄，建井周期高达 70 天，是常规深水井的 2 倍以上。此外，该井所使用钻井泥浆比重一度超过 2 克每立方厘米，高比重泥浆极易造成钻杆丝扣重晶石沉淀，起钻卸扣困难，降低作业效率。多个技术难点叠加的情况对井控技术与安全管理提出了极高要求。

据悉，平台钻井部门积极探索，加工了一套钻杆母扣清洗工具，能够高效地对钻杆丝扣进行清洁。由于使用复合钻具，面对 4 英寸小钻具灌浆繁琐问题，平台研发了 4 英寸钻杆快速灌浆装置，节省每次灌浆更换吊卡芯子及安装变扣时间，减少裸眼井段暴露时间，保障了井下安全。

随着钻井闭路电视监控系统使用时间增加，电子元器件硬件损耗急需更新换代，而原装进口摄像头价格昂贵，并且已经停产。平台设备部门在研究设备性能和构思改造方案后，对钻井闭路电视监控服务器和部分软件进行国产化升级改造，从而实现了钻井监视控制更高效、设备维护更方便，预计节约成本 250 万元。

平台负责人表示，该井的成功完钻标志着我国应对深水高温高压方面的技术趋于成熟，为今后同类型钻井作业积累了宝贵经验。同时，平台作业人员基于实践进行的创新和设备改造，推动我国海洋油气装备向国产化迈进。

页岩气将成后石油时代丙烯新来源

中国科学报 04月02日

随着后石油时代的来临，从原油中提炼的工业化学品丙烯很可能供不应求。近日，科学家开发出一种新的化学反应器，可以利用更为清洁的页岩气制造丙烯。相关论文发表于《科学》。

丙烯可用于制造塑料、黏合剂、地毯、清洁剂等一系列产品，主要来源是炼油厂，并作为石油提炼的副产品进行收集。一种替代方式是从富含丙烷的页岩气中提取丙烷，再经过催化脱氢加工为丙烯。但是，“很难经济地将丙烷转化为丙烯”。论文通讯作者、美国密歇根大学化学工程系教授 Suljo Linic 说。

Linic 团队设计了一种拥有双层嵌套结构的反应器，内层中空管内壁中填充了二氧化硅负载的选择性铂锡催化剂，可将丙烷分解为丙烯和氢气。随后，氢气通过二氧化硅/氧化铝催化膜进入外层腔室。在这个燃烧室内，氢气与定量氧气混合实现可控燃烧，产生热量进一步促进内层管中的吸热脱氢反应。

实验结果表明，这一催化膜系统可以使丙烷转化率达到平衡转化率的 140%以上，丙烯选择性大于 98%，且不会使系统组分失活。

据估计，与以页岩气为原料的其他方法相比，一家年产 50 万吨丙烯的工厂可以节省 2350 万美元的成本。由于氢气可以在反应器内燃烧，且在更高压力下运行，工厂无须额外安装加热器就可以采用这一新技术。

最大储油量达 6 万吨 亚洲首艘圆筒型“海上油气加工厂”完工

人民网 04月27日

4月26日，由我国自主设计建造的亚洲首艘圆筒型浮式生产储卸油装置(FPSO)——“海葵一号”在山东青岛完工交付，标志着我国深水油气装备自主设计建造关键技术取得新进展，助力我国深水油气田经济高效开发。

浮式生产储卸油装置作为全球深水海洋油气开发的主流生产装置，是集原油生产、存储、外输等功能于一体的高端海洋工程装备，被称为“海上油气加工厂”。

据介绍，“海葵一号”由船体和上部功能模块组成，最大直径约 90 米，主甲板面积相当于 13 个标准篮球场，高度接近 30 层楼，总重约 3.7 万吨，相当于 3 万辆小汽车重量。“海葵一号”由近 60 万个零部件组成，设计排水量 10 万吨，最大储油量达 6 万吨，设计寿命 30 年，可连续在海上运行 15 年不回坞。

国家能源局日前印发的《2024 年能源工作指导意见》指出，深入实施能源技术装备补短板、锻长板、拓新板，加强关键核心技术联合攻关，强化优势能源产业国际竞争力加强科研成果转化运用，促进新质生产力发展。

“相较于常规的船型结构，圆筒型 FPSO 体型更小，空间更紧凑，储油效率更高，具体钢材用量少、稳定性好、抵御恶劣海况能力强等优点，可有效降低油田开发与运营成本。”中国海油深圳分公司深水工程建设中心总经理刘华祥介绍说，“海葵一号”实现了海陆一体化智能中控系统、天然气双塔工艺脱硫系统、大容量液压潜没泵等 15 项关键技术设备自主化应用，并在国内海洋平台采用新型天然气脱硫装置和双燃料发电机，利用油田伴生气，提升海上油田绿色节能水平。

据介绍，“海葵一号”每天可处理原油约 5600 吨，交付后将与亚洲第一深水导管架平台“海基二号”共同服役于我国第一个深水油田——流花 11-1 油田，创新形成国内首次“深水导管架平台+圆筒型 FPSO”开发模式，为我国深水油气田高效开发提供新方案。

专家表示，随着深水装备可靠性和技术水平的提升，更多以前难以动用的深海油气资源被纳入开发计划。未来，能源企业将依托已经建成的海上能源枢纽和更加完善的海底天然气管网，基于更加先进的深水装备，持续加大深海油气资源的开发力度，保障国家能源安全。