

能 量 转 换

剪 报 资 料

总 67 期
7/2023.7

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研究开发与应用重点实验室

目 录

一、总论

1. 建设新型能源体系必须注重融合发展.....	4
2. 五部门发文：力争到 2025 年重点行业关键核心产品可靠性水平明显提升	8
3. 可再生能源发电总装机超 13 亿千瓦，约占全国总装机的 48.8%.....	8
4. 国际能源转型经验及启示	9
5. 《工业重点领域能效标杆水平和基准水平（2023 年版）》发布.....	11
6. 传统能源与新能源要并肩而行.....	12
7. 让可再生能源成为全球公共产品.....	14
8. 人工智能如何影响中国智能电网发展.....	15
9. 可再生能源继续保持快速增长态势.....	17
10. 建设更高水平开放型经济新体制推动能耗双控逐步转向碳排放双控	20
11. 广东新能源装机容量突破 3600 万千瓦.....	22
12. 中加联合研究显示——“可燃冰”并非未来人类发展主导能源	22
13. 推动电氢耦合发展助力新型电力系统建设.....	23
14. 新能源场站集约化管理探索.....	25
15. 全球可再生能源发展势头强劲.....	27
16. 海外可再生能源投资机遇挑战并存.....	30
17. 火山成“绿色挖矿”新选项	31
18. 我国能源资源利用效率显著提升.....	33

二、热能、储能、动力工程、节能

1. 俄开发合成荧光粉陶瓷新方法.....	34
2. 电化学储能电站安全性稳步提升.....	34
3. 发力新能源汽车 驱动高质量发展.....	36
4. 国内规模最大超高压跨江输变电工程建成投运.....	38
5. 200 年“锂”程：从石头到能源金属.....	38
6. 我国首个 220 千伏柔性低频输电工程投运.....	40
7. 新方法提高天然气水合物燃料能效.....	41
8. 中国科学技术大学开发成本性能领先的全固态锂电池电解质.....	42
9. 欧盟新规规范电池企发展.....	42
10. 中大科学家发现液氮温区镍氧化物超导体.....	44
11. 朱雀二号迈出商业航天重要一步.....	46
12. 国内首个大型抽汽熔盐蓄能项目开工.....	47
13. 促进新能源配储可持续发展.....	48
14. 加大新型储能技术多元化应用.....	50
15. 数字化技术支撑储能安全高效运行.....	51
16. 激光充电技术离我们越来越近.....	53
17. 我国燃料电池技术革新进程加快.....	55
18. 工信部：开展工业节能诊断服务工作.....	57
19. 我国已初步布局石墨烯全产业链.....	58
20. 我国研制的电磁弹射微重力实验装置启动试运行.....	59
21. 8 月起对锂离子电池组、移动电源实施 CCC 认证管理.....	60
22. 国家光储实证实验平台发布年度数据成果.....	60
23. 光催化增强热电材料研究取得新进展.....	61
24. 发展地下抽水储能 为碳减排提供中国方案.....	62
25. 钠电池将迎来快速发展期.....	65
三、碳达峰、碳中和	
1. 法国加快航空业低碳转型.....	67
2. 六措并举提升发电企业参与碳市场能力.....	68
3. 液冷技术让数据中心降温又降碳.....	71
4. 氢对钢铁行业深度脱碳起决定性作用.....	74

5. 我国最长二氧化碳输送管道投运.....	76
6. 《红树林恢复碳汇计量与监测方法》发布.....	77
7. 三项碳捕集和利用技术团体标准发布实施.....	78
8. 零碳建筑技术将有标可循	78
9. 国家碳计量中心（广东）落户南沙.....	79
10. 《中国碳捕集利用与封存年度报告（2023）》	81
11. 提升泥炭沼泽湿地生态系统固碳能力.....	81
12. 加快推动能源转型助力实现“双碳”目标	84
13. 聚焦共建零碳能源体系	88
14. 中国净碳排放近 10 年呈降低趋势.....	89
15. 我国能源绿色低碳转型中“卡脖子”问题及政策建议.....	90
16. 能-碳-数视角下的新型电力系统与新型能源体系关系	92
17. 航运业减排再添新要求	95
四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）	
1. 科学家设计首个自折叠糖聚合物.....	97
2. 中国农业科学院麻类研究所发现生物活性成分绿色分离新方法	97
3. 精油植物废料可作饲料添加剂.....	98
4. 我国科学家开辟废弃聚乙烯塑料循环升级新途径.....	98
5. 废弃桃枝变身有机肥	99
五、太阳能	
1. 日研制新一代太阳能电池	101
2. 废旧光伏组件流向何处	102
3. 钙钛矿电池研发升温	105
4. 柯拉光伏电站投产发电	107
5. 锡基钙钛矿发光二极管效率提升至 8.3%.....	108
6. 中国科学院深圳先进技术研究院开发仿铝甲型全无机钙钛矿纳米晶薄膜	109
7. 全球首个钙钛矿渔光互补电站并网.....	109
8. 新型太阳能电池挑战效率理论极限.....	110
9. 中国科学院大连化学物理研究所系统探究影响柔性钙钛矿太阳能电池机械性能的关键	111

10. 中国首款柔性太阳翼平板式通信卫星升空.....	112
11. 太阳能转化氢效率创新纪录	113
12. 有机太阳能电池即将取得突破.....	113
13. 上半年光伏制造端主要环节增长超 60%.....	115
14. 2022 年全球光伏新增装机同比增长 35.3%.....	115
15. 隆基绿能助力世界单体容量最大“盐光互补”项目并网.....	117
16. 新能源 REITs 落地.....	118
17. 风电光伏设备退役催生千亿“蓝海”市场	120
六、地热能	
1. 地热发电亟待政策扶一把	123
七、海洋能	
2. 英国国家海底中心将人工智能引入海底调查.....	126
3. 北极海洋微塑料研究取得进展.....	126
4. 深海质谱仪研制成功并海试	127
5. 我国主导制定的国际海底区域海洋调查国家标准发布	128
6. 我国首个海洋油气全生命周期智能装备制造基地奠基	129
7. 美专家认为：海底采矿或决定绿色能源未来.....	130
8. 渤海首个千亿方大气田工程建设获新进展.....	131
9. 专家共议海洋生态和碳汇发展.....	132
八、氢能	
1. 我国首次实现万吨级绿氢炼化项目全产业链贯通.....	133
2. 我国首次完成高压力多管材管道纯氢试验.....	134
3. 有效利用微生物碳提高全球土壤碳储量.....	135
4. 我国“绿氢”生产迈入万吨级	135
5. 新研究揭秘海洋磷循环方式	136
6. 以色列研究人员开发出低成本制造绿氢新方法.....	137
7. 国内首个规模化光伏绿氢项目输变电工程投产送电.....	138
8. 全球首套氨氢融合复合动力燃料供给系统问世.....	138
九、风能	
1. 123 米超长海上风机叶片是怎么做出来的.....	139
2. 丹麦海上风电助推欧盟能源转型.....	140

3. 国内首次实现大规模风电群功率集中预测.....	142
4. 全球浮式海上风电扩张或不及预期.....	143
5. 漂浮式海上风电将掀起能源革新浪潮.....	144
6. 全球首台“导管架风机+网箱”一体化装备下线.....	146
十、核能	
1. 全球首台“玲龙一号”反应堆核心模块竣工发运.....	147
2. “动态成壳”新法或助大规模生产聚变能.....	147
3. “海水提铀”技术研究获新进展.....	148
4. 我国最北端核电站 3 号机组穹顶吊装就位.....	149
5. 我国铀矿勘查获突破性进展.....	149
十一、其它	
1. 抽水蓄能核心控制系统用上国产“变速箱”.....	152
2. 科研团队自主研发设备发现独特性质化合物.....	152
3. 高导电金属凝胶可实现室温 3D 打印.....	153
4. 我国发布 13 种矿产资源全球储量评估数据.....	154
5. 新能源新材料科技成果发布.....	155
6. 便携设备让你能“凭空取水”.....	156
7. 渤海亿吨级油田群垦利 6-1 全面投产.....	157
8. 我国在多尺度海—气相互作用研究领域取得进展.....	157
9. “亚洲第一深”流花 11-1 平台即将建成.....	158
10. 中国接连开建万米超深钻井.....	159
11. 煤矿甲烷减排引发关注.....	161
12. 煤炭与新能源如何融合发展.....	163

本剪报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、总论

建设新型能源体系必须注重融合发展

中国能源报 2023. 7. 3

加快规划建设新型能源体系是一项系统复杂工程,涉及到方方面面,尤其需要注意的是,作为一个体系,新型能源体系中各要素不是孤立的,必须注重融合发展。

融合发展是能源产业发展新思路

党的二十大报告多处提及“融合”,如“推动战略性新兴产业融合集群发展”“促进数字经济和实体经济深度融合”等。

与此同时,国家相关部委积极部署落实。今年4月,国务院新闻办举行“权威部门话开局”系列主题新闻发布会,国家能源局介绍“全面落实党的二十大精神 深入推进能源高质量发展”有关情况,其中多处体现了能源产业发展的思路,部分举措已落实到近期印发的文件中。

融合发展是能源产业坚持系统观念提出的新发展思路,国家能源局已提出的融合发展相关要求主要涵盖科技创新、能源结构转型和数字化升级三方面。

一是促进资金、人才、数据等创新要素与产业链融合,推动能源科技自立自强。在上述新闻发布会上,国家能源局指出,要“加快推动能源科技自立自强,推动能源创新链、产业链、资金链、人才链、数据链深度融合,实现能源产业价值链向高端化、现代化迈进”。

二是促进新旧能源融合发展,推动能源生产供应结构转型升级。今年2月,国家能源局发布《加快油气勘探开发与新能源融合发展行动方案(2023—2025年)》,指出要“统筹推进油气供应安全和绿色发展,加强油气勘探开发与新能源融合发展,推动形成油气上游领域与新能源新产业融合、多能互补的发展新格局”。

三是促进能源产业与数字技术融合发展,推动能源产业数字化智能化升级。今年4月,国家能源局发布《2023年能源工作指导意见》,其中提出“推进能源产业和数字产业深度融合”。今年3月,国家能源局发布《关于加快推进能源数字化智能化发展的若干意见》,针对数字化智能化技术融合应用提出了明确的指导意见。

能源产业融合发展有五重维度

产业融合指的是:不同产业或同一产业内不同行业通过相互渗透、相互交叉,最终融为一体,逐渐形成新产业的动态发展过程。融合发展的概念与“跨界合作”“协同发展”等概念类似,但更强调产业间或行业间交互的广度、深度以及持续性。产业融合发展思路一直体

现在国家顶层战略部署中，党的十七大报告就提出大力推进信息化与工业化融合；党的二十大报告提出推动战略性新兴产业融合集群发展，融合理念的具体呈现随着国内外形势的变化而动态发展。

产业融合是产业发展的必然过程。当前，能源产业正处于能源结构转型、新旧能源交替、技术快速迭代的迅速发展期，产业的快速增长和转型过程将伴随着产业边界的消解以及重塑。同时，当前大数据、物联网、人工智能等数字技术在能源产业广泛应用，以及电气化水平和能源转换效率提升等趋势也将加速能源产业融合发展进程，能源产业内外部结构及发展模式将迎来重大转变。

能源产业融合发展是通过促进能源系统内部不同能源种类之间、与外部社会经济系统之间的融汇与协同，并与先进技术和金融等关键要素耦合，进而在时空上进行有效适配，形成整体更有效率、更加环保低碳、更可持续的能源生态，产生更好的经济社会效益。其完整内涵包括以下五个维度：

一是能源种类维度的融合。新型能源体系强调能源清洁低碳高效利用，通过多能融合发展，整合传统能源与新能源各自禀赋和优势，提升能源整体利用效率。随着电气化水平的提高，以电力为核心的各种一次能源、二次能源板块之间的融合呈现出规模化、模式多元化特征，行业内部能源转换效率不断提升。

二是技术维度的融合。能源技术与现代信息、新材料、先进制造技术之间深度融合，特别是利用云技术、物联网、人工智能、数字孪生等新技术新手段，融合多源数据，提高能源运营效率，优化能源运营模式，促进能源行业转型升级。

三是时空维度的融合。在时间维度上，能源供应的波动性随着新能源占比增长、国内外形势变化等呈现上升态势，能源需求的总量和质量要求持续攀升，需要更好地匹配短、中、长期的供需资源；在空间维度上，从西部清洁能源资源区到东部需求负荷中心区、从陆上到海上，需要全方位统筹考虑产销的区域协调与空间均衡。

四是科技、产业、金融维度的融合。产业发展离不开科技创新和金融资本的支持，能源领域的科技创新推动着产业转型升级，金融在产业投资、科技投入中的风险对冲、资源配置作用日益凸显，产业链、创新链、资金链深度融合，实现“科技—产业—金融”良性循环。

五是社会经济维度的融合。能源系统与经济社会系统互联互通逐步加深，能源与建筑、交通、工业等各行各业联系合作日益加深，“双碳”背景下能源边界逐步打开，向产业外领域逐渐渗透，如光伏发电与建筑一体化、“车桩网”协调互动等新互动合作场景已经出现。同时，能源发展进一步与乡村振兴、生态治理等国家重大战略协调匹配，形成合力，共同推

动社会经济发展。

能源产业融合发展意义重大

一是促进新旧能源协同发展，推动能源绿色低碳转型。

党的二十大报告提出要积极稳妥推进碳达峰碳中和，新形势下需要加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系，推动传统能源和新能源优化组合。能源产业协同发展能够破除不同能源品类之间的技术、信息壁垒，将原先相对独立封闭的能源子系统有效连接，促进化石能源与非化石能源以及各能源分系统之间的互补协同，从整体层面优化能源产业布局，有效避免各能源系统重复建设与资源浪费，加快推动能源绿色低碳转型。

二是推动能源产业广泛融入其他重点产业领域，开拓新发展机遇。

在“双碳”目标下，节能减排、绿色低碳已成为各行业各领域发展的新风向，能源在生产生活各领域作用愈显重要。融合发展强调跨界连接，共同推动可持续发展。在此过程中，能源产业迎来更大发展机遇，例如，建筑领域的节能改造、交通领域的新能源车桩协同发展等。在跨界融合发展导向下，能源产业将更广泛地融入社会生产消费各领域，催生更多跨界融合场景，不断产生新的商业价值和社会效益。

三是加快能源生态系统构建，实现产业资源协调整合。

在能源产业融合发展趋势下，能源产业生态系统将加速构建，各主体之间的联系将更为紧密，相关企业、供应商、金融机构及其他机构将组成有机整体，进一步加深产业内的协作与分工，提升产业系统整体效率。在融合发展模式下，数据、技术、资金等资源要素实现高效统筹配置，加快形成聚集效应和协同效应，促进能源产业整体发展。

促进能源产业融合发展需多角度发力

能源产业融合发展是建设新型能源体系的大势所趋。为加快能源产业融合发展进程，形成产业发展新格局，建议从以下角度发力：

一要完善顶层设计，推动能源产业融合发展走深走实。加强对能源产业融合发展态势的跟踪研究，创新设计融合发展模式可落地的新思路新方案，推动融合发展理念更广泛地融入能源产业相关顶层设计，在能源产业内外形成共识，产生合力，共同推动产业融合。同时，完善财税、监管等支持政策，开展融合模式试点探索，形成示范带动效应。

二要加快商业模式创新，构建能源产业生态系统。在能源领域融合发展趋势下，能源产业的商业组织形态正在发生深刻转变，各参与主体之间的关系变得更为密切，彼此交互碰撞形成的商业机遇也愈发凸显。能源产业商业模式创新需要顺应融合发展潮流，以生态化的商业模式加强产业协同，广泛连接各生态主体，整合相关资源能力，更好地挖掘能源产业商业

价值，促进能源产业可持续发展。

三要加强技术研发攻关，创新突破能源融合核心技术。加快推动能源产业融合发展，需要加快核心技术创新研发。要梳理能源融合发展相关核心技术，加大创新激励力度，积极推动行业企业、高校科研机构跨界合作，重点加大交叉学科领域研发投入，拓展技术创新合作边界。同时，加强融合技术推广应用，健全配套孵化机制、资金支持等，推动由技术融合向产业融合转化。

四要推动能源基础设施数字化，构建产业数据中心。能源产业融合发展趋势下，数据信息资源加速汇聚连通，需加快发掘能源产业数据价值。建议依托数字化基础设施建设，提升能源数据收集、储存和分析能力，以共建共享为原则加快构建能源产业数据中心，提升能源生产、传输、交易与消费等环节的运营效率。同时，加快产业数据标准建设，制定数据资源确权、开放、流通、交易等相关标准，推动生态数据整合共享，发挥能源数据赋能行业发展作用。

五要发挥金融支撑作用，助力能源产业融合发展实践落地。应围绕能源融合发展的金融需求，积极对接配套产业金融资源，聚焦绿色金融、供应链金融服务，赋能产业融合生态。同时，打造产融协同、融融协同发展长效机制，创新金融产品和服务模式，重点加强金融对产业融合核心科技、商业场景支持，发挥金融优化资源配置作用，推动“科技—产业—金融”良性循环，为能源产业融合发展提供强大动能。

五部门发文：力争到 2025 年重点行业关键核心产品可靠性水平明显提升

中国科学报 2023. 7. 4

近日，工业和信息化部、教育部、科技部、财政部、国家市场监管总局等五部门联合印发《制造业可靠性提升实施意见》（以下简称实施意见），提出将围绕制造强国、质量强国战略目标，聚焦机械、电子、汽车等重点行业，对标国际同类产品先进水平，补齐基础产品可靠性短板。

可靠性作为反映产品质量水平的核心指标，是制造业发展水平的重要体现。经过多年探索发展，我国制造业可靠性取得了显著成效，部分产品可靠性达到国际先进水平，但产业基础仍存在一些短板弱项。

工业和信息化部有关负责人表示，实施意见提出“两步走”目标：第一阶段到 2025 年，

聚焦补短板、强弱项，重点行业关键核心产品的可靠性水平明显提升，形成 100 个以上可靠性提升典型示范；第二阶段到 2030 年，聚焦锻长板、促成效，推动 10 类关键核心产品可靠性水平达到国际先进水平，促进我国制造业可靠性整体水平迈上新台阶。

实施意见明确了提升制造业质量与可靠性管理水平、加快可靠性工程技术研发与应用推广等八个方面重点任务。其中，聚焦机械、电子、汽车等行业，实施基础产品可靠性“筑基”和整机装备与系统可靠性“倍增”工程。

可再生能源发电总装机超 13 亿千瓦，约占全国总装机的 48.8%

人民日报 2023. 7. 20

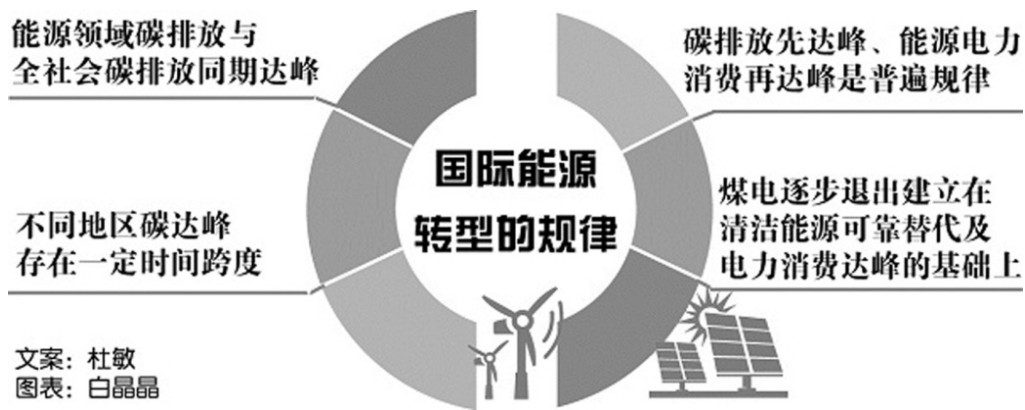
今年以来，全国可再生能源发展势头良好，发电装机和发电量稳定增长。记者从国家能源局获悉：截至 6 月底，全国可再生能源发电总装机突破 13 亿千瓦，达到 13.22 亿千瓦，同比增长 18.2%，约占我国总装机的 48.8%。其中，水电装机 4.18 亿千瓦，风电装机 3.9 亿千瓦，太阳能发电装机 4.71 亿千瓦，生物质发电装机 0.43 亿千瓦。

1—6 月，可再生能源发电新增装机 1.09 亿千瓦，占全国新增装机的 77%。其中，水电新增 536 万千瓦、风电新增 2299 万千瓦、太阳能发电新增 7842 万千瓦、生物质发电新增 176 万千瓦。全国可再生能源发电量达到 1.34 万亿千瓦时，其中水电发电量 5166 亿千瓦时，风电发电量 4628 亿千瓦时，光伏发电量 2663 亿千瓦时，生物质发电量 984 亿千瓦时。

电力工程投资方面，1—6 月，全国主要发电企业电源工程完成投资 3319 亿元，同比增长 53.8%。其中，太阳能发电 1349 亿元，同比增长 113.6%；风电 761 亿元，同比增长 34.3%；核电 359 亿元，同比增长 56.1%。电网工程完成投资 2054 亿元，同比增长 7.8%。

国际能源转型经验及启示

中国电力报 2023. 7. 7



党的二十大报告提出，要积极稳妥推进碳达峰碳中和，立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动。当前，统筹能源安全和能源低碳转型是各国的共同议题。欧盟和美国已经碳达峰，能源转型已有丰富的实践经验。本文通过对比研究，总结了欧美碳达峰和能源转型规律，并提出相关建议。

历次能源转型的特征

一是历次能源转型推动能源消费量上新台阶。人类社会经历了从薪柴到煤炭，从煤炭到油气两次重要的能源转型，相应催生和伴随着蒸汽机、内燃机、电气化等重大技术与产业革命，推动社会生产力实现新的跨越。从薪柴到煤炭的更替，推动人类社会实现向工业文明转变。从煤炭到油气的更替，推动人类社会迈入工业化和城镇化快速发展时期。煤炭时代、油气时代产生了冶金、化工、建材、电力、交通建筑等领域用能，也推动能源消费总量上了一个新的台阶。

二是能源消费结构发生重大变化是能源革命的显著特征。一般认为，由一种能源转向另一种新型能源的过程中，如果新型能源在能源消费总量中占比达到 5%，可认为是能源转型开始；新型能源消费占比超过一半或占据最大份额，可认为是转型完成。1840 年全球煤炭消费比重为 5%，1902 年比重达到 49%，煤炭成为第一大能源。随着燃油汽车兴起和输气管道不断完善，全球对油气的需求激增，1915 年油气消费比重为 5%，1960 年升至 38%，超过煤炭成为第一大能源。1965 年非化石能源消费占比为 5%，2019 年升至 15%，非化石能源转型还处于早期阶段。

三是非化石能源转型任重道远，道阻且长。历次能源转型都经历了几十年甚至上百年时间。非化石能源转型将比前两次能源转型更为漫长。一是由于路径依赖和发展惯性，能源消费大国无法迅速实现能源替代。二是当前任何单一能源或技术都难以取得垄断性优势，到 2040 年全球能源格局多元化态势还将继续。三是替代体量大、成本高，能源转型效率提升

空间越来越小（光伏、风电发电效率远小于其他形式）。四是非化石能源转型的进展同样受限于自然资源禀赋。

能源转型的普遍规律

一是欧盟和美国分别在 20 世纪 90 年代和 21 世纪初实现碳达峰，能源领域碳排放与全社会碳排放同期达峰。欧盟作为整体在 1990 年实现了碳达峰，主要原因是早期控制环境污染、并辅以改善能源结构（减少使用煤炭，增加天然气和核电）的政策举措，在实际中起到了减少碳排放的作用。美国在 2008 年之前实现碳达峰，原因是 1997 年通过的《京都议定书》为发达国家规定了减排目标，气候政策和经济增长放缓促使美国实现了碳达峰。此外，欧盟、美国碳达峰时，能源领域碳排放占全社会碳排放的 90%左右，能源领域碳排放与全社会碳排放同期达峰。

二是大型经济体内部发达地区先碳达峰，各地碳达峰存在一定时间跨度。欧盟内部经济发达的成员国及美国经济发达州较早完成工业化城镇化，制造业由中低至高端升级，高耗能高排放产业减少，并实施环境污染控制政策措施，促进碳排放较早实现达峰。以欧盟为例，德国、法国等在 20 世纪 70 年代已碳达峰，但多数成员国碳达峰在 1991~2008 年，各成员国达峰横跨 20~30 年。

三是碳排放先达峰，能源电力消费再达峰是普遍规律。在碳达峰后，随着经济发展能源电力消费仍保持增长，并在之后一段时间达峰。欧盟在 2004~2006 年能源消费达峰，此后进入下降通道，电力消费多次达到历史峰值（2008 年、2010 年和 2017 年）。美国在 2007 年、2018 年能源消费达到历史峰值，电力消费在 2008 年和 2019 年均达到历史峰值。

四是煤电逐步退出建立在清洁能源可靠替代及电力消费达峰的基础上。欧盟和美国发电领域最主要、最受青睐的化石能源是气电，煤电逐步退出建立在清洁能源可靠替代的基础上，包括化石能源中碳排放相对较低的气电、核电、可再生能源发电等。目前欧盟和美国煤电占比已降至 20%以下，电力结构呈现多元化均衡化发展特征。其中，欧盟煤电占 16%，气电占 21%，核电占 26%，水电占 12%，其他可再生能源发电占 23%。美国煤电占 20%，气电占 40%，核电占 18%，水电占 6%，其他可再生能源发电占 15%。

欧盟发达成员国在用电达峰基础上，煤电发电份额稳定一段时间后开始下降（互联电网使得北欧和南欧富余的可再生能源能输往西欧东欧，替代当地的煤电）；美国部分州因替代能源成本下降，在用电达峰后煤电就进入下降通道。尽管如此，目前欧盟成员国中，波兰、捷克、保加利亚、爱沙尼亚等煤电占比仍较高。美国有 15 个州煤电是第一大电源，4 个州煤电占 70%以上，其中 3 个州是美国最大的煤电生产基地。

能源转型的启示及建议

一是合理设定能源领域碳达峰时间，能源领域碳排放不早于全社会碳达峰。碳排放先于能源电力消费达到峰值是欧美发达国家的普遍规律。非化石能源转型是一个长期过程，在能源消费持续增长的情况下，建议合理设定能源领域碳达峰时间表。煤炭、油气碳达峰时间不能过于超前，应综合考虑制度、技术、市场和社会变迁等制定碳达峰规划。

二是经济发达地区将率先达峰，各地合理制定碳达峰时间表。各省碳达峰目标的实现关系到我国整体实现碳达峰的步伐。预计，经济较发达的地区将在“十五五”率先碳达峰，其余省份可能在2030年后陆续碳达峰。建议各地根据实际情况，制定碳达峰规划，碳达峰时间表不搞“一刀切”。各省尽早研判峰值，有利于全国统筹和做出针对性调整，推动能源生产和开发利用变革，掌握未来发展的主动权。

三是现阶段保持煤电相对稳定，大力推动电源结构均衡发展。煤电逐步退出应在清洁能源安全可靠替代及电力消费达峰的基础上，现阶段应保持煤电发电量相对稳定。各省煤电作用不同，转型要因地制宜。建议各省制定电力转型长期规划，大力提高气电、核电、可再生能源发电比重，大力推动电源均衡发展，加强跨省区输电通道建设，提升电力互济能力。

《工业重点领域能效标杆水平和基准水平（2023年版）》发布

新增 11 个能效约束领域

中国电力报 2023.7.7

7月4日，国家发展改革委、工业和信息化部、生态环境部、市场监管总局、国家能源局五部门联合发布关于《工业重点领域能效标杆水平和基准水平（2023年版）》的通知（以下简称《通知》）。与此前执行的《高耗能行业重点领域能效标杆水平和基准水平（2021年版）》相比，《通知》新增11个能效约束领域。

《通知》在炼油、煤制焦炭、煤制甲醇、煤制烯烃、煤制乙二醇等25个重点领域能效标杆水平和基准水平的基础上，增加了乙二醇、尿素、钛白粉等11个领域，进一步扩大工业重点领域节能降碳改造升级范围。

为推动分类改造升级，《通知》要求对标国内外生产企业先进能效水平，确定工业重点领域能效标杆水平，依据能效标杆水平和基准水平，分类实施改造升级。对拟建、在建项目，

应对照能效标杆水平建设实施，推动能效水平应提尽提，力争全面达到标杆水平。对能效介于标杆水平和基准水平之间的存量项目，鼓励加强绿色低碳工艺技术装备应用，引导企业应改尽改、应提尽提。对能效低于基准水平的存量项目，各地要明确改造升级和淘汰时限，制定年度改造和淘汰计划，引导企业有序开展节能降碳技术改造或淘汰退出，对于不能按期改造完毕的项目进行淘汰。

《通知》还要求完善相关配套政策，通过中长期贷款、绿色信贷、绿色债券、气候投融资、阶梯电价等手段，加大节能降碳市场调节和督促落实力度。推动金融机构在风险可控、商业可持续的前提下，向节能降碳改造升级项目提供高质量金融服务，落实节能专用装备、技术改造、资源综合利用等税收优惠政策，加快企业改造升级步伐，提升行业整体能效水平。

传统能源与新能源要并肩而行

中国电力报 2023. 7. 6

◆传统能源与新能源在发展中也可以“齐头并进”

着力推动化石能源清洁化发展，加快推动煤电机组“三改联动”，加大节能减排改造力度，提升能源利用效率

着力推动新能源规模化发展积极探索水风光互补、风光储互补等方式降低新能源发电波动性，构建技术领先、环节完备的产业链、供应链

国家能源局公布的数据显示，2023年一季度，我国风电新增并网1040万千瓦，光伏发电新增并网3366万千瓦，核电新增并网119万千瓦，生物质发电新增并网63万千瓦。四者合计规模占全国新增装机容量比重近78%，新能源产业发展呈现蓬勃态势。

近年来，我国锚定碳达峰碳中和目标，统筹能源安全供应和绿色低碳发展，推动以风电、光伏发电为代表的新能源发展取得诸多里程碑式新成绩。其中，风电、光伏、生物质发电等行业不仅装机容量连续多年稳居世界第一，光伏发电装机于2023年初突破4亿千瓦，风电装机于2021年末突破3亿千瓦，产业发展持续迈上新台阶。

在积极推动能源绿色低碳转型、电源结构持续优化的同时，也应看到，新能源装机占比的大幅提升，为电力系统的安全有序运行带来隐患。例如，风电、光伏发电等新能源发电的实质是“靠天吃饭”，受用电需求阶段性高涨、极端天气等因素叠加影响，仅依靠新能源电量有可能导致部分地区出现电力供应偏紧情况，影响社会正常运行。

不仅如此，伴随疫情后经济逐步回暖，我国全社会用电负荷也开始走出向上曲线。据业内估算，到 2025 年我国电力负荷缺口或将超过 1 亿千瓦时。在此情况下，如何推动新能源与传统能源协同互补，更好地实现电力系统高效运行，更好地满足我国经济社会用电需求，已成为我国能源供给主体从传统能源向新能源过渡过程中的一道必答题。

推动新旧动能转换，必须建立在新能源安全可靠替代的基础上。电力系统运行要求可控可调，电力供应要求稳定安全，这都与新能源出力特性相悖。因此，短期内，推动新能源与传统能源协调、互补是我国保障能源安全、推进绿色转型的必由之路。只有推动新能源与传统能源深度融合、优化组合、同频共振，才有可能实现“一次能源可组、二次能源可控”，在降低能源系统碳排放的同时提供稳定的电力支撑，保障用电需求得到满足、电力系统安全稳定。

同时，能源绿色转型并非零和博弈，传统能源与新能源在发展中也可以“齐头并进”。一方面，着力推动化石能源清洁化发展，加快推动煤电机组“三改联动”，加大节能减排改造力度，提升能源利用效率，在清洁的前提下真正发挥传统能源的兜底保障作用。另一方面，着力推动新能源规模化发展，积极探索水风光互补、风光储互补等方式降低新能源发电波动性，构建技术领先、环节完备的产业链、供应链，以更健康、更大规模的新能源产业发展满足我国新增用电需求。

绿色发展的大方向不会变，“双碳”的长期目标不会变。因此，推动能源转型不能急于求成，更无法一蹴而就。当前，我国应持续推动传统能源清洁化发展，推动风电、光伏等新能源规模化发展，推进煤油气等传统能源与风光等新能源战略协同，才能确保能源结构转型稳妥有序，真正走好我国能源的高质量发展之路。

让可再生能源成为全球公共产品

参考消息 2023. 7. 26

温室气体浓度、海平面上升幅度、海洋热量和海洋酸度等四大关键气候变化指标在 2021 年创下纪录。这是又一个明确迹象，显示人类活动正在陆地、海洋和大气层导致大规模变化，产生激烈持久的影响。

应对这场危机的关键是不再依赖化石燃料产生的能源，因为化石燃料是气候变化的主要原因。

联合国秘书长安东尼奥·古特雷斯说“好消息是，救生索就在我们面前。”他强调，风能和太阳能等可再生能源技术如今已经存在，而且大多数时候比煤炭和其他化石燃料便宜。我们现在迫切需要大规模地迅速使用这些能源。

要让可再生能源技术成为人人可用而不仅是富人受益的全球公共产品，就必须消除知识共享和技术转让的障碍，包括知识产权壁垒。

电池储能系统等关键技术使太阳能和风能等可再生能源在民众、社区和企业需要用电时得以储存和释放。国际可再生能源署说，这些技术具有迅速吸收、存储、回注的独特能力，因此有助于增强能源系统的灵活性。

此外，电池存储技术如果与可再生发电机配合使用，还可以为孤立的电网和偏远的社区提供可靠廉价的电力。

可再生能源组件和原材料的充足供应至关重要。从生产风力涡轮机和电网乃至电动汽车所需的矿物等各种关键零部件和材料将是关键。

要在全球范围内扩大制造业产能并使之多样化需要大规模的国际协调。此外，还需要加大投资以确保公平转型，包括人员技能培训以及研究和创新，还有提供激励，通过保护生态系统和文化的可持续措施建设供应链。

虽然全球合作与协调至关重要，但国内政策框架也急需改革，以精简并快速推进可再生能源项目，促进私营部门投资。

可再生能源转型的技术、能力和资金都已经存在，但需要有相应政策和程序来降低市场风险以促成并激励投资——包括通过简化规划、许可和监管程序，以及防止瓶颈和繁文缛节。这可能包括划拨空间，在特殊的可再生能源区开展大规模建设。

国家自主贡献，即各国为减排和适应气候变化制定的气候行动计划，必须设定与 1.5°C 一致的可再生能源目标；到 2030 年，全球范围内可再生能源发电的比例必须从目前的 29% 增加到 60%。

各国政府明确有力的政策、透明的流程、公众支持以及现代能源传输系统的可获得性是加快风能和太阳能技术应用的关键。

到 2030 年，每年至少需要 4 万亿美元的可再生能源投资——包括对技术和基础设施的投资——才能使我们到 2050 年实现净零排放。

用联合国秘书长的话说：“可再生能源是真正实现能源安全、稳定电力价格和可持续就业机会的唯一路径。”

人工智能如何影响中国智能电网发展

中国科学报 2023. 7. 5

作为革命性技术，人工智能为智能电网的发展提供了广阔前景。它在负荷预测和管理、能源调度和交互、故障监测和维护等方面均发挥重要作用。

负荷预测是电力系统管理的关键环节之一。通过对历史数据和实时数据的监测与分析，人工智能可以更准确地预测负荷的变化趋势，帮助电网管理者作出相应的调度决策。同时，它还可以优化负荷分配，提高电网的运行效率和稳定性。人工智能在负荷预测和管理中的应用可以极大程度地避免供需失衡，显著提高电力系统的可靠性和效率。

除了电力需求侧的负荷预测，人工智能在电力供给侧也将有所作为。根据能源供应的不确定性，人工智能可以优化能源分配和利用，确保能源供应的稳定性和可靠性。智能电网还可以通过实时数据监测和分析，优化发电设备的运行参数，提高能源转换效率。在用电高峰时段，人工智能可以通过优化和调整电力分配，避免过载和电力故障。

人工智能可以根据电力系统的实时运行状况和需求情况，智能调度发电机组、储能设备和负荷之间的能量交互，实现电力系统的优化调度，提高电网的可持续性和灵活性。人工智能通过对各种能源资源的集成和管理，最大程度地消纳可再生能源，优化储能系统的运行和管理。在能源调度和交互方面，人工智能也有极大的发挥空间。传统的电力系统通常采用静态的能源调度方案，无法灵活应对能源供需的变化。而智能电网利用人工智能技术，可以实时监测和分析能源供应和需求的情况，根据实时数据实现动态化调度能源。

智能电网的人工智能技术还可以促进能源交互与共享。通过智能电网的连接和数据交换，不同的能源系统可以实现互联互通，以及能源的共享和协同。人工智能可以分析不同能源系统的供需情况，制定合理的能源交互方案。通过人工智能的调度，智能电网可以将多余的可再生能源分配给电动汽车充电，提高能源的利用效率，实现能源的共享和平衡。

人工智能可以通过对电网各个节点的数据进行检测和分析，实时监测故障，准确诊断故障类型和位置，实现故障的自我修复，极大提高了电网的可靠性和安全性。

在故障监测方面，人工智能可以监测电网中各种设备和组件的工作与运行情况，包括发电机、变压器和传感器等。

在故障预测方面，人工智能可以预测设备的寿命和故障发生概率，从而实现前瞻性的故障定位，帮助电力系统管理者制订有效的维护计划。这样可以避免计划外的设备故障和停机时间，减少维修成本，提高设备的可用性。

在故障自愈方面,当电力设备发生故障时,人工智能通过对故障模式和故障特征的学习,自动进行故障诊断和定位,并在有限范围内自行处理故障。随着故障处理数据积累程度的提高,人工智能对故障的处理能力还将得到不断提升。

然而,人工智能在发挥重要作用的同时也存在一些潜在威胁。

人工智能应用于电网智能决策时主要面临两个问题。一是无法保障 100%的安全性;二是即使达到 99.99%的验证效果,也难以对决策过程作出可信的解释。

在其他场景中,人工智能或许只是好与坏的区别,但在电网中却是行与不行的差异,所以提高人工智能的准确率至关重要。而这就需要不断对人工智能进行训练,并需要大量电网数据的支撑。通过学习电网的历史数据,人工智能可以实现自我迭代,进一步提高智能电网的可靠性和安全性。此外,人工智能技术的发展也面临着安全和隐私的挑战,需要进一步加强研究和应用实践,要在确保数据安全的前提下,实现智能电网的可持续发展和安全运行。

为了更好地在智能电网的建设和发展中应用人工智能技术,防范人工智能可能会带来的潜在威胁,我们提出如下发展建议。

第一,提高智能决策的可解释性和透明度,人工智能的决策过程必须有可信的解释。无论在负荷预测、电网调度还是故障自愈的过程中,人工智能所作出的任何智能决策必须要有详细的解释和操作说明,并形成操作日志,以备事中及时调整和修改。事后,监管机构需要对人工智能决策的合理性进行评价,做到在人类控制范围内高效合理地使用人工智能。

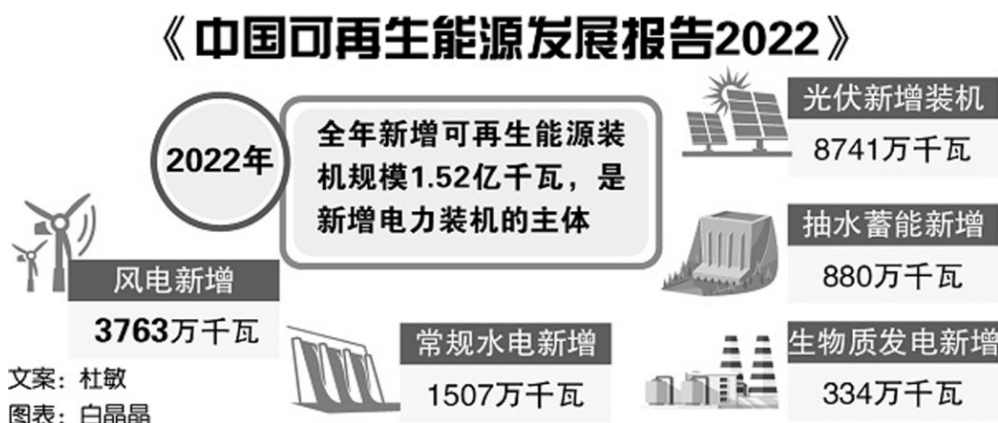
第二,加强数据安全和隐私保护,用人工智能来解决其应用于电网所带来的数据安全问题,达到以“AI”制“AI”的效果。可以利用人工智能自行开发数据加密技术,避免未经授权的数据访问和篡改。利用人工智能形成类似区块链形式的去中心化数据存储结构是保障数据安全的另一途径。必要时可以采用数据脱敏处理,将敏感数据分离。

第三,建立考虑人工智能的电网标准和规范,强化监管和治理机制。在人工智能时代,各行各业的标准和规范都需更新以适应人工智能技术的应用,对于电网而言更是如此,因此必须对人工智能作出的决策加强监督和管理,明确人工智能在智能电网中的责任和义务。人工智能决策带来的影响和后果,责任归属于谁务必明晰。与此同时,建立透明的人工智能决策信息披露机制,提高公众参与度,形成全社会共同监督管理的新模式。

可再生能源继续保持快速增长态势

——《中国可再生能源发展报告 2022》发布会观察

中国电力报 2023. 7. 13



2022年是全面落实“十四五”规划的关键之年。水电水利规划设计总院6月28日发布的《中国可再生能源发展报告2022》（以下简称《报告》）显示，2022年我国可再生能源发展成绩斐然，全年新增可再生能源装机1.52亿千瓦，占全国新增发电装机76.2%，是新增电力装机的绝对主力。

国家能源局新能源和可再生能源司副司长熊敏峰表示，我国可再生能源经历了规模化发展阶段之后，正大踏步迈向高质量跃升发展新阶段。目前全国大型风电光伏基地项目全面推进，第一批已全面开工，计划今年年底前全部建成并网。在“双碳”目标引领下，可再生能源将继续保持快速增长态势，为能源电力绿色低碳转型奠定坚实基础。

现状：可再生能源装机是新增电力装机的主体

当前，全球能源架构正加速向低碳化转型，可再生能源尤其是风电、光伏等新能源快速发展，推动全球能源电力供需格局不断演化。纵观全球，目前有60多个国家超过10%的发电量来自可再生能源，到2022年底，全球可再生能源装机容量达到33.72亿千瓦，新增装机容量达到2.95亿千瓦，增长率9.6%。

占全球2022年新增装机容量的51.7%的中国，是全球可再生能源发电新增装机中的最大贡献者。《报告》指出，截至2022年底，我国可再生能源装机12.13亿千瓦，超过了煤电装机规模，在全部发电总装机占比上升到47.3%。

在水电方面，截至2022年底，我国水电（含抽水蓄能）装机规模达4.14亿千瓦，突破

4 亿千瓦大关,连续 18 年稳居世界第一,水电发展迎来新的里程碑。2022 年水电发电量 13550 亿千瓦时,与风电、太阳能发电和生物质发电等新能源的总发电量基本持平,在保障能源安全、助力绿色发展方面发挥了显著作用。

光伏发电装机规模依然保持快速增长状态。水电水利规划设计总院常务副院长易跃春介绍,2022 年,我国光伏新增装机 8741 万千瓦,再创历史新高,新增分布式光伏并网规模 5111.4 万千瓦,其中户用分布式 2524.6 万千瓦,占新增分布式光伏规模的 49.4%,已成为光伏发电的主要模式之一。

在风力发电方面,陆上新增装机规模平稳增长,但海上新增规模短期出现下降。“三北”地区发挥区域资源优势,推进大型风电基地建设;沿海地区推动海上风电基地开发建设。2022 年风力发电新增并网装机 3763 万千瓦,其中陆上风电新增 3258 万千瓦,海上风电新增 505 万千瓦。

易跃春表示,2022 年,生物质能非电利用及其他可再生能源领域稳步推进,生物质能非电利用规模达到 1686 万吨标准煤,占生物质利用规模总量的 26.8%。地热资源勘查全面布局,地热能规模化利用大力推进。新型储能进入规模化发展阶段,锂离子电池主导地位进一步提升。可再生能源制氢初具规模,绿氢工业领域替代应用已显成效,氢能的储、运、加环节国产化进程稳步推进,燃料电池及氢能汽车规模较大幅度增长。

影响: 可再生能源发展带动技术创新高度活跃

2022 年我国可再生能源事业捷报频传。

《报告》显示,以沙漠戈壁荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设全面推进,白鹤滩水电站 16 台机组全部投产,以乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝、三峡、葛洲坝为核心的世界最大“清洁能源走廊”全面建成,抽水蓄能建设明显加快,全年新核准抽水蓄能项目 48 个,装机 6890 万千瓦,已超过“十三五”时期全部核准规模。

可再生能源发展带动的技术创新高度活跃。易跃春指出,产业技术与装备能力持续增强,各类市场主体市场创新活力增强。白鹤滩水电站百万千瓦巨型混流式水轮发电机组全面投产,超大埋深复杂地质长隧洞 TBM 施工关键技术取得突破性成果,水电工程建设迈向智能化。

在风力发电领域,陆上单机容量 6 兆瓦、海上 10 兆瓦级风电机组已成为主流,风能资源评估与选址布局设计、超高塔筒和新型塔筒技术、深远海海上风电勘测设计、漂浮式海上风电机型设计等勘测设计技术持续突破,海上风电施工与输电技术快速提升。

光伏治沙、绿电制氢等新模式新业态不断涌现,分布式发展成为光伏发展重要方式。全球新能源产业重心进一步向我国转移,我国生产的光伏组件、风力发电机、齿轮箱等关键零

部件占全球市场份额 70%以上。

锂离子电池性能也进一步提升，液流电池储能项目单体规模取得突破，压缩空气储能技术取得重要进展，飞轮储能单机输出功率达到兆瓦级，储能系统集成技术快速发展。

展望：“十五五”前期新能源发电装机将超过煤电

在百年未有之变局加速演化的当下，我国可再生能源也迎来机遇与挑战并存的重大历史机遇期。

易跃春表示，“十四五”期间电力装机增量超过一半来自风电和光伏，“十五五”前期新能源发电装机将超过煤电，成为第一大电源。《报告》提出，2025年，西北地区风电和光伏装机占全国总装机比例将分别达到 28%和 29%左右；东部沿海地区海上风电的大规模开发也将成为电力装机增长的重要力量，集中式将是新能源供给体系的“集团军”和“主力军”。

“在发电侧，将构建风光火储、水风光一体化等以可再生能源为主的供电系统；在输电侧，将探索热力、氢能等多元化的能量载体的可行技术方案；在消费侧，分布式就地开发利用可再生能源，将提升工业等大用户可再生能源电力使用比例。”易跃春预测。

可再生能源可持续发展，离不开绿色环境价值体系的推动。易跃春表示，未来，通过绿证交易，发电企业可获得独立于物理电量收益之外的绿色环境价值收益；推动可再生能源可持续发展的驱动力将由财政补贴支持转向基于绿证的绿色环境价值支持。

构建新型能源体系，实现“双碳”目标是一项艰巨的长期性任务，结合这一发展目标，易跃春建议：统筹推进主要领域水风光一体化建设基地建设；出台抽水蓄能全生命周期管理制度，开展抽水蓄能发展需求更新论证工作；推动深远海海上风电和老旧风电技改；推动光热发电核心技术与装备创新；研究生物天然气补贴政策，支持示范工程建设；发展生物质能清洁供暖；推动地热能成为清洁取暖的重要力量；加快规范省级区域新型储能整体规划，提升新型储能实际利用率；探索氢能产业非财政补贴扶持政策。（冯聪聪）

习近平主持召开中央全面深化改革委员会第二次会议强调

建设更高水平开放型经济新体制推动能耗双控逐步转向碳排放双控

中国电力报 2023. 7. 12

中共中央总书记、国家主席、中央军委主席、中央全面深化改革委员会主任习近平 7

月 11 日下午主持召开中央全面深化改革委员会第二次会议，审议通过了《关于建设更高水平开放型经济新体制促进构建新发展格局的意见》、《深化农村改革实施方案》、《关于推动能耗双控逐步转向碳排放双控的意见》、《关于高等学校、科研院所薪酬制度改革试点的意见》、《关于进一步深化石油天然气市场体系改革提升国家油气安全保障能力的实施意见》、《关于深化电力体制改革加快构建新型电力系统的指导意见》。

习近平在主持会议时强调，建设更高水平开放型经济新体制是我们主动作为以开放促改革、促发展的战略举措，要围绕服务构建新发展格局，以制度型开放为重点，聚焦投资、贸易、金融、创新等对外交流合作的重点领域深化体制机制改革，完善配套政策措施，积极主动把我国对外开放提高到新水平。要锚定实现农业农村现代化、建设农业强国的战略目标，以处理好农民和土地关系为主线，加快补齐农业农村发展短板，为全面建设社会主义现代化国家打下坚实基础。要立足我国生态文明建设已进入以降碳为重点战略方向的关键时期，完善能源消耗总量和强度调控，逐步转向碳排放总量和强度双控制度。要把推动高校教师、科研人员薪酬分配制度改革作为统筹推进教育、科技、人才事业发展的重要抓手，逐步建立激发创新活力、知识价值导向、管理规范有效、保障激励兼顾的薪酬制度，进一步激发高等学校、科研院所创新创造活力。要围绕提升国家油气安全保障能力的目标，针对油气体制存在的突出问题，积极稳妥推进油气行业上、中、下游体制机制改革，确保稳定可靠供应。要深化电力体制改革，加快构建清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能的新型电力系统，更好推动能源生产和消费革命，保障国家能源安全。

中共中央政治局常委、中央全面深化改革委员会副主任李强、王沪宁、蔡奇出席会议。

会议指出，当前，我国发展面临复杂严峻的国际形势。要完善开放型经济新体制的顶层设计，深化贸易投资领域体制机制改革，扩大市场准入，全面优化营商环境，完善服务保障体系，充分发挥我国综合优势，以国内大循环吸引全球资源要素，提升贸易投资合作质量和水平。要坚持底线思维、极限思维，抓紧健全国家安全保障体制机制，着力提升开放监管能力和水平。要把构建更高水平开放型经济新体制同高质量共建“一带一路”等国家战略紧密衔接起来，积极参与全球治理体系改革和建设。

会议强调，贯彻落实党的二十大对深化农村改革的部署，要着力巩固和完善农村基本经营制度，健全粮食安全保障制度，完善全面推进乡村振兴体制机制，健全城乡融合发展政策体系，加快推动重要领域和关键环节改革攻坚克难、落地见效，让广大农民在改革中有更多获得感。要把顶层设计同基层探索有机结合起来，允许和鼓励不同地区因地制宜探索，善于发现和总结基层的实践创造，对探索创新中遇到困难的要及时给予支持。

会议指出，党的十八大以来，我们把绿色低碳和节能减排摆在突出位置，建立并实施能源消耗总量和强度双控制度，有力促进我国能源利用效率大幅提升和二氧化碳排放强度持续下降。从能耗双控逐步转向碳排放双控，要坚持先立后破，完善能耗双控制度，优化完善调控方式，加强碳排放双控基础能力建设，健全碳排放双控各项配套制度，为建立和实施碳排放双控制度积极创造条件。要一以贯之坚持节约优先方针，更高水平、更高质量地做好节能工作，用最小成本实现最大收益。要把稳工作节奏，统筹好发展和减排关系，实事求是、量力而行，科学调整优化政策举措。

会议强调，开展高等学校、科研院所薪酬制度改革试点，要根据薪酬管理需要和实际，优化和规范分配制度，树立正确分配导向，坚持人才为本，突出创新优先，坚持薪酬分配要同绩效紧密挂钩，向扎根教学科研一线、承担急难险重任务、作出突出贡献的人员倾斜，向从事基础学科教学和基础前沿研究、承担国家关键核心技术攻关任务、取得重大创新成果的人员倾斜。要加强薪酬管理监督，确保把国家的钱用在人才激励和事业发展最需要的地方。

会议指出，要进一步深化石油天然气市场体系改革，加强产供储销体系建设。要加大市场监管力度，强化分领域监管和跨领域协同监管，规范油气市场秩序，促进公平竞争。要深化油气储备体制改革，发挥好储备的应急和调节能力。

会议强调，要科学合理设计新型电力系统建设路径，在新能源安全可靠替代的基础上，有计划分步骤逐步降低传统能源比重。要健全适应新型电力系统的体制机制，推动加强电力技术创新、市场机制创新、商业模式创新。要推动有效市场同有为政府更好结合，不断完善政策体系，做好电力基本公共服务供给。

中央全面深化改革委员会委员出席会议，中央和国家机关有关部门负责同志列席会议。

广东新能源装机容量突破 3600 万千瓦

占各类电源总装机容量超 20%

广州日报 2023. 7. 22

近日，广州南沙巨湾技研储能项目综合能源服务、送电工程和变电站配建方案完成优化更新，项目有助于实现南沙在新能源汽车产业链及新材料应用上的双重突破。

绿色是广东经济社会高质量发展的鲜明底色。广东电网公司服务全省绿色低碳转型，大力支持清洁能源发展。截至 6 月底，今年广东电网新能源新增并网容量超过 400 万千瓦，累

计并网容量突破 3600 万千瓦，占各类型电源总装机容量超 20%。

近日，广东省风电临海试验基地(以下简称“临海基地”)收到 4 家单位使用公开试验机位的申请。临海基地于 5 月发布消息，面向全国风电整机制造单位公开试验机位使用申请。在确定使用单位后，试验机位预计于 8 月正式“开门迎客”。广东电网公司持续做好省内海上风电项目并网服务，为海上来的绿色动能保驾护航。截至 6 月底，该公司已服务海上风电并网项目共 25 个，装机超过 790 万千瓦。到 2025 年，海上风电预计投产规模约 1800 万千瓦，广东电网公司将大力支持海上风电发展，同时提升新能源并网服务能力。

中加联合研究显示——“可燃冰”并非未来人类发展主导能源

科技日报 2023. 7. 19

7 月 18 日，从中国石油大学（北京）获悉，该校庞雄奇教授团队在中国科学院学部高德院士承担的重大咨询项目资助下，联合加拿大科学家评价天然气水合物（可燃冰）资源量并获全新认知：全球可采资源量间于 26 万亿—42 万亿方，不到常规类油气资源量 5%，不可能成为人类未来发展的主导能源；中国南海可采量间于 9 亿—65 亿吨油当量，不足早前评价结果 10%，不可能成为未来油气资源的主体。相关成果发表在国际 JCR 油气/工程领域一区期刊《石油科学》上。

据介绍，“可燃冰”是低碳、清洁、高密度优质能源，自相关学者 1973 年首次评价全球资源量高达 30 万万亿方以来，人类对其寄托无限希望，并认为它是未来接替油气的新能源。然而，中加联合研究的最新结果却与这些认识相差甚远。

据了解，全球已发现的 14 个水合物藏，目前却无一个投入商业生产，评价全球水合物资源量尚是一项世界性难题。庞雄奇教授团队持续 10 年科研攻关，揭示了常规和非常规油气资源的差异性和关联性，并建立了联合成因模式。这次联合国内外科研团队攻关提出了依据常规类油气资源量反演水合物资源量的新方法，并通过应用该方法获得了全新认识。新认识不仅有助于我国制定新的能源发展战略，更有利于在开发常规油气资源过程中优化利用水合物资源，从而避免落入“水合物资源潜力巨大”陷阱。

推动电氢耦合发展助力新型电力系统建设

国家电网报 2023. 7. 18

随着我国能源绿色低碳转型的推进，风能、太阳能等可再生能源快速发展，电力系统平衡调节、电力供应保障、电网安全稳定运行等方面面临挑战。氢能作为一种二次能源，具有清洁低碳、可长期存储、灵活高效、应用场景丰富等特点，是未来国家能源体系的重要组成部分，也是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体。在技术、成本、政策等因素的作用下，氢能与电力系统将呈现耦合发展态势，促进可再生能源规模化高效利用，推动清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能的新型电力系统建设。

电制氢或将成为新型电力系统重要的灵活性调节资源

《氢能产业发展中长期规划(2021~2035年)》确定了可再生能源制氢是主要发展方向，鼓励建设基于分布式可再生能源或电网低谷负荷的制氢工程。可以预测，大规模制氢将推动可再生能源高效利用。预计到2030年，我国风电和太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上。据国际能源署预测，届时我国电解槽装机容量将达到8000万千瓦。据中国氢能联盟预测，到2060年，我国氢气需求量将达1.3亿吨，电解水制氢占制氢总量的比例将达到70%。

在新型电力系统建设中，氢能可发挥灵活调节作用。先进电解水制氢装备具有较强的功率波动适应性，可实现输入功率秒级响应，追踪可再生能源出力，为电网提供调峰调频服务。未来，电解水制氢作为高度可调节负荷，或将成为新型电力系统重要的灵活性调节资源，促进可再生能源消纳利用，提高电力系统的灵活性。

在新能源安全可靠替代的基础上，传统能源比重将有计划分步骤逐步降低。根据仿真模拟分析得知，当电力系统中风能、太阳能发电量占比超过50%时，就需要解决数天、数周乃至跨季节的电力电量平衡问题，大规模长周期储能的作用将会进一步凸显。综合考虑储能容量、储能时长、应用场景等因素可以发现，在各类长周期储能技术中，氢储能技术是实现大规模、长周期、跨季节储能的关键技术，适合参与季节性调峰、提高新能源基地送出能力等长周期调节场景。氢储能电站采用“电-氢-电”转换方式，将富余的电能转化为氢能储存起来，实现规模化、长期、广域储能，可解决电力系统电力电量平衡问题。在大规模新能源汇集、负荷密集接入等关键电网节点，可因地制宜布局氢储能电站，发挥其调峰、调频等作用，支撑电力系统安全稳定运行。

特高压可在跨区域的绿氢输送中发挥作用

通过风能、太阳能等可再生能源发电电解水制得的氢气被称为绿氢。预计到2030年，全国各地绿氢供需基本自给自足，西北地区的绿氢产量及需求量在各地区中均为最高。预计到2060年，西北地区依然是我国最大绿氢产地，产量超出本地需求，但华东、西南、华南、华北、华中等地区的绿氢供给难以满足本地需求，需要实现跨区域输送。从远期来看，我国绿氢发展在地理分布上存在供需不匹配问题，绿氢生产与消费需求呈现逆向分布的特征。保障能源安全、经济供给，需要对绿氢进行远距离、大规模输送。

绿氢的远距离、大规模输送可通过输氢、输电两种方式开展。前者是利用可再生能源电力就地制氢，通过输氢管道将绿氢跨区域输送至需求侧消纳；后者是利用特高压输电技术跨区域输送可再生能源电力，在需求侧通过电制氢满足当地绿氢需求。在不同输送距离的场景中，输氢与输电的经济性不同。随着输送距离增加，输氢管道建设、运维等成本明显增加。我国特高压输电技术较为成熟，在远距离、大规模等特定能源输送场景中，特高压输电代替管道输氢具有更好的经济性。

综合考虑输送场景、经济性等因素，需要通过电氢耦合的方式来实现未来我国各地区绿氢供需平衡。2030年前，以区域内部绿氢输送为主，少部分绿氢需要跨区域输送。2030年后，需要综合考虑可再生能源基地分布、输电通道与输氢管道最优容量配置，因地制宜开展电氢协同规划建设。

制订分阶段发展路径推动电氢耦合发展

在新型电力系统中应用氢能需要统筹安全、技术、经济等因素，结合我国能源转型及氢能产业发展各阶段面临的挑战，按照发展时序，制订分阶段发展路径，才能充分发挥氢能对新型电力系统的灵活调节作用，并实现电氢耦合发展。

2030年前，建议开展电氢耦合技术攻关及典型场景下的工程示范，推动宽范围、大容量、高效率、低成本、模块化电解水制氢技术装备的工程化商业化应用，实现可再生能源电力电解水制氢工程规模化发展，促进可再生能源消纳。

2030至2045年，建议进一步加强储氢、氢能发电技术研究，推动低成本、高密度、大容量储氢技术工程化商业化应用，实现电制氢、氢发电、热电联供等特定场景下工程规模化部署，让氢能的调峰调频作用得到更大发挥。随着新型电力系统建设不断推进，氢能产业链逐步完善，可再生能源电力制氢成为重要的可调节负荷。同步规划可再生能源发展、电网输送通道建设、输氢管道建设及电制氢项目建设，形成可再生能源电力电解水制氢与电网协同互动的建设格局。

2045年后，建议开展大规模、长周期、跨季节氢储能工程应用，支撑电力系统季节性

电力电量平衡。氢能制取、储运、发电等各个环节与新型电力系统源、网、荷各个环节深度耦合。采用可再生能源电力进行电解水制氢，逐步成为氢能的主要来源。因地制宜建设氢储能电站，利用氢储能特性实现电能跨季节长周期大规模存储，支撑电力系统安全稳定运行。

新能源场站集约化管理探索

中国能源报 2023. 7. 24

在全球能源加速向低碳转型的背景下，我国新能源产业成为经济发展的一抹亮色。近年来，我国以风电、光伏发电为代表的新能源发展成效显著，装机规模稳居全球首位，发电量占比稳步提升，能源结构调整和减碳效果逐步显现。本月，中央深改委会议审议通过《关于深化电力体制改革加快构建新型电力系统的指导意见》，强调要深化电力体制改革，加快构建清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能的新型电力系统，更好推动能源生产和消费革命，保障国家能源安全。

新型电力系统深化建设，牵引新能源产业布局呈现新动向。从西北沙漠戈壁到东南沿海，集中式和分布式并举建设，“风电、光伏海洋”加速覆盖，风光大基地等万亿级赛道正在徐徐展开，宁夏、青海等省区新能源已超过火电成为当地第一大电源。更好适应新能源规模化、市场化发展要求，亟需加快优化布局新能源产业，提升区域内电力调节能力与保障能力，更好发挥新能源在能源保供增供方面的作用；积极开展模式创新，推进新能源科技创新与产业升级，实现新能源产业与信息化技术深度融合，促进实现产业数字化升级转型，为我国如期实现碳达峰碳中和目标奠定坚实的新能源发展基础。

同时，相较传统火电，新能源布局呈现点多面广、容量分散的特点，对于源网荷储动态协同，有一定调度难度。在一定区域内对新能源场群进行集约化管理、远程调度，充分发挥规模优势，提升管理效率、降低管理成本，是推进新能源数字化转型、多元快速发展、生产组织变革、区域布局优化的有效手段。以国家能源集团为例，自 2022 年起，在 27 个省（区、市）创新开展新能源一区域一集控项目建设（以下简称“区域集控项目”），在新型电力系统构建中，发挥了区域级平台和枢纽作用，为新能源集约化管理提供了可借鉴的新理念、新模式。

有助于推动新能源产业生产管理模式创新

区域集控项目立足新能源未来发展趋势，着眼集约化规模效益，把握大协同优势，通过

建设区域新能源集控中心，实现区域内新能源场站群的集中管理，凝聚区域内各新能源运营主体发展合力，充分发挥区域统一调度能力。从经济与技术多个方面出发，探寻煤电与可再生能源联营方式，充分发挥规模化发展、一体化运营优势，凝聚新能源产业区域核心管控能力和资源统筹能力，进一步提高产业链运转效率，整合存量资源，拓展增量效益，构筑区域能源统筹桥头堡，深化提升资源协同、发电调度、电力营销和区域管理整体统筹能力。

同时，区域集控项目强化数字驱动、平台赋能。依托区域级新能源远程监控平台，聚焦精准施策，着力提升了新能源场站远程控制指令执行的准确性、及时性，以及控制策略的安全性、合规性。通过构建集团新能源工业互联网平台，聚焦夯基垒台，有效打通数据流，理顺运营链。构建新能源产业区域核心管控能力和资源统筹能力，一方面有利于进一步提高产业链运转效率，另一方面有利于融入区域电力市场，更好贴近一线、贴近实际开展业务管控。同时，还有助于整合存量资源，拓展增量效益，成为区域能源统筹中心，做到电力产品的精细化开发利用；此外，还有利于发挥辐射牵引作用，实现区域资源协同、市场协同、营销协同，更好适应新型电力市场，加快新能源数字化转型升级。

鉴于区域集控项目的成功经验，建议在新型电力市场背景下，构建以新能源为主体的新型区域集控中心，在纵向上实现发、输、配、用和源、网、荷、储协调规划，在横向上实现多能互补，建设以新能源为主体的新型电力监控系统。各省区可结合火电灵活调峰、现货交易规则，积极研究建立适应新能源参与多种发电形式协同的电力营销策略。同时，探索构建区域多能源协同互补能效机制，逐步形成清洁能源区域核心管控能力和资源统筹能力，持续提升区域发电效能及质量。

有助于提升区域整体新能源运营管控水平

目前，国家能源集团已建成的16个省级新能源区域集控中心，实现了省区集控中心对新能源场站的远程控制，整体协同。围绕调度、监控、运维等核心生产业务，形成了区域级多场站集中控制管控方案，有效提升了区域整体新能源运营管控水平，主要表现为以下两个方面：

一是新能源数据标准化水平显著提高。通过设计编制《新能源区域集控中心生产管控业务标准（征求意见稿）》，规范新能源区域集控中心运行管理业务流程，创建新能源管控指标体系，推出新能源领域数据标准规范，为充分挖掘数据业务价值、实现数据价值倍增筑就基石。

二是多能协同运营模式成效显著。在推进区域集控项目过程中，充分考虑政策环境和内控要求，统筹布局新能源区域集控、应急指挥、生产调度、电力交易等管控要点，实现多业

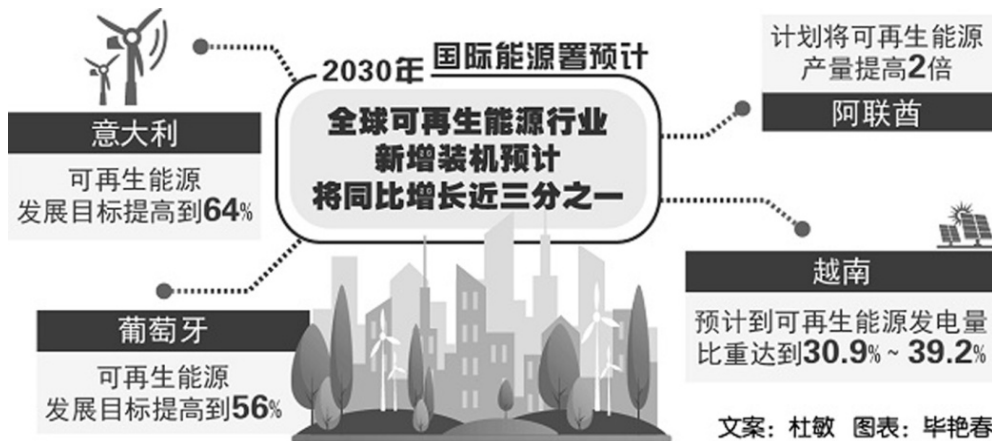
务同频共振、同步推进、同质提升。同时，竞先实践新能源与火电协同等多能互补模式，积极响应电力市场化改革趋势，持续探索新能源未来发展方向。

在构建新型电力系统过程中，区域集控中心有望持续发挥区域化平台及枢纽作用。在“新能源+煤电”“新能源+储能氢能”耦合发展、提升电力调节能力与保障能力、适应新能源大规模市场化发展等方面，成为构建新型电力系统、服务实现“双碳”目标的重要载体，凝聚新能源数字化转型有效实践，促进新能源产业健康有序发展。

经过多年发展，我国已经形成了较为完善且有一定优势的新能源产业链体系。随着新型电力系统建设的提质增效，我国新能源产业将形成强化创新驱动、区域能源统筹、产业链高效协同的高质量发展新格局。新形势下，应进一步发挥新能源区域级平台效能，助力实现新型电网纵向柔性贯通、产业链横向合作链接，全面提升电力系统调节能力和灵活性；同时，加速构建新能源工业互联网体系，持续释放人工智能等新一代技术强大动能，以科技创新探索产业链全局管理提升新模式，共同建设新能源协同发展大生态，构建新型能源体系。（闫计栋 赵沛涵 范婧）

全球可再生能源发展势头强劲

中国电力报 2023. 7. 25



近期，多国相继提升可再生能源发展目标。在欧洲，意大利将2030年可再生能源发展目标提高到64%。根据意大利新修订的气候和能源计划，到2030年，意大利可再生能源装机发展目标从此前的8000万千瓦提升至13100万千瓦，其中光伏发电与风电装机容量将分别达到7900万千瓦与2810万千瓦。葡萄牙将2030年可再生能源发展目标提高到56%。根

据葡萄牙政府的预期，到 2030 年该国可再生能源装机发展目标将从此前的 2740 万千瓦提升至 4280 万千瓦，其中光伏发电与风电装机容量将分别达到 2100 万千瓦与 1040 万千瓦，电解槽装机目标提升至 550 万千瓦。葡萄牙的可再生能源发展预计需要 750 亿欧元的投资，资金将主要来自于私人部门。

在中东，阿联酋近日公布了一项最新的国家能源战略，计划到 2030 年将可再生能源产量提高两倍。在此期间，该国将在可再生能源领域投资约 544.4 亿美元，以满足因人口增长而不断扩大的能源需求。该战略还包括了一项新的国家氢能战略和建立全国电动汽车充电桩网络，以及对电动车市场加以规范的政策。

在亚洲，越南政府前不久刚刚批复了越南第八个电力发展规划（PDP 8）。PDP 8 包括越南到 2030 年的电力发展计划以及到 2050 年的展望。可再生能源方面，PDP 8 预计到 2030 年可再生能源发电量比重达到 30.9%~39.2%，到 2050 年可再生能源发电量比重达到 67.5%~71.5%。2022 年 12 月，越南与 IPG（国际伙伴集团成员）发布了“公平能源转型伙伴关系”联合声明。在未来三到五年，越南将获得至少 155 亿美元，这些资金将用于协助越南加快从使用煤炭向使用清洁能源过渡。PDP 8 提出，若“公平能源转型伙伴关系”充分履行，2030 年越南可再生能源发电量比重将达到 47%。马来西亚经济部宣布更新可再生能源发展目标，到 2050 年可再生能源在全国电力结构中占 70%左右，同时消除可再生能源的跨境贸易壁垒。2021 年马来西亚设定的可再生能源发展目标为在电力结构中占比 40%，此次更新意味着从 2023 年到 2050 年，该国可再生能源装机将增长 10 倍。马来西亚经济部表示，要实现新发展目标，需要投资约 1430 亿美元，这笔资金还包括电网基础设施、储能系统集成和网络系统运营成本。

从全球范围来看，各国日益重视并持续加大对可再生能源领域的投入，相关领域增长势头明显。今年上半年，德国新增太阳能和风电装机容量达到创纪录的 800 万千瓦。在陆上风电和太阳能发电的带动下，可再生能源满足了德国 52% 的电力需求。根据德国此前的能源计划，到 2030 年，德国将实现 80% 的能源供给来自太阳能、风能、生物质能和水力发电等可再生能源。

根据国际能源署的最新报告，政策支持的增强、化石燃料价格的上涨以及能源安全问题关注度的提升正在推动光伏和风力发电的部署，全球可再生能源行业将在 2023 年加快发展，新增装机预计将同比增长近三分之一，其中光伏和风电装机增长最多。2024 年，全球可再生总装机或将增至 45 亿千瓦，这种动态扩张正在全球各主要市场中进行，包括欧洲、美国、印度和中国。国际能源署预计，太阳能领域，今年全球将有 3800 亿美元的投资流向该领域，

投资额将首次超过石油领域的投资。预计到 2024 年，光伏产业制造能力将增加一倍以上。除了大型光伏电站在全球多个地区投建，小型光伏发电系统也呈快速增长态势。风能领域，随着疫情期间曾推迟的风电项目陆续开始推进，今年全球风力发电量将大幅反弹，同比增长约 70%。同时，太阳能和风能等可再生能源发电的成本越来越低，越来越多国家认识到，发展可再生能源不仅有利于应对气候变化，还能为解决能源安全问题提供重要方案。

但同时也应当看到，当前发展中国家可持续能源投资仍有较高缺口。自 2015 年《巴黎协定》通过以来，可再生能源领域的国际投资至 2022 年几乎增加了两倍，但大部分集中在发达国家。7 月 5 日，联合国贸易和发展会议发布《2023 年世界投资报告》指出，2022 年全球可再生能源投资表现强劲，但仍有待提高，可持续发展目标的投资缺口已达每年 4 万亿美元以上。对于发展中国家而言，其可持续能源投资落后于需求增长。据估计，发展中国家每年需要约 1.7 万亿美元的可再生能源投资，但在 2022 年仅吸引了 5440 亿美元。国际能源署在其发布的《2023 年世界能源投资报告》中也表达了类似的观点，认为全球清洁能源投资失衡，最大的投资缺口来自新兴市场和发展中国家，如果不加快这些国家的清洁能源转型，全球能源格局将面临新的鸿沟。

海外可再生能源投资机遇挑战并存

中国能源报 2023. 7. 31

在全球绿色低碳转型快速演进、世界经济复苏的背景下，各国纷纷加快布局可再生能源产业，相关领域海外投资同步加码。

《中国能源报》记者近日在“海外可再生能源投资与金融创新研讨会”上获悉，随着我国海外投资管理体系日趋完备、相关部门管理职责逐渐清晰，企业参与海外可再生能源投资的基础条件不断完善，海外风电、光伏等项目投资总量呈上升趋势。但同时，新能源海外投资仍然面临投资环境复杂多变、融资成本高、与东道国标准互认不足等问题。

政策市场持续向好

中国人民大学国际能源战略研究中心执行主任刘旭表示，全球能源低碳转型对我国海外能源投资战略产生深远影响，俄乌冲突让全球对能源转型的思考不再局限于应对气候变化，而是从可持续发展视角思考，即增加可再生能源投资是破解化石能源供应不稳定、确保能源安全的解决方案。

“从今年开始，随着全球疫情改善，投资人出海变成可能。另外，在全球应对气候危机背景下，很多发展中国家提出雄心勃勃的可再生能源发展目标，这为我国企业出海投资提供了很好的政策和市场环境。”绿色和平东亚项目副总监张凯表示。

在张凯看来，我国企业加大海外可再生能源投资是体现“大力支持发展中国家能源绿色低碳发展”国际承诺的最佳行动。随着全球应对气候变化共识的不断深化，发展中国家提出的可再生能源发展目标以及我国经济社会活力的进一步释放，都为企业绿色电力投资出海开辟了新局面。

投资环境因地制宜

可再生能源产业在不同国家受不同政策、环境及机制等因素影响。刘旭称，企业在参与海外可再生能源投资过程中，是否能因地制宜并适应当地政策、产业基础等条件，决定了其投资竞争力。

“对任何一个国家而言，开发可再生能源最重要也最需要的，是最适合国情的技术。如沙漠国家和山地国家，能源产业制度不太完善和相对完善的国家有不同特点。”刘旭指出，所以我国企业在海外投资可再生能源时，不应仅停留在参与某个具体项目，还要参与整个战略的设计和具体实施。

一位大型央企海外项目负责人认为，中资企业在海外投资可再生能源项目成功关键，在于项目的资源禀赋、东道国的电价制度、配套基础设施、对电力投资的需求，以及投资开发商的项目落地能力。

具体而言，该负责人表示，首先要看项目所在地的资源禀赋，包括风光利用小时数及电力价格等；第二，要分析该国的电价制度，明确是国家性质的电网直接购电，还是需自行寻找购电方签署购电协议（PPA）；第三，东道国的配套基础设施和对电力投资的需求很重要，如当地征地程序和成本可直接决定项目成败；最后，投资开发商的集成能力在项目落地过程中发挥的作用不容小觑，真正做好投资需要出色地整合技术、法律、资本等因素。

持续增强融资能力

与会专家认为，我国海外光伏投资独占鳌头，风电则相对领先。另外，中国企业参与海外可再生能源项目的主导方式从工程总承包转向投资建设运营，角色转换对企业来说是一个挑战。

“中国在光伏全产业链上的全球产能占比平均达到80%以上，风能在40%以上。”英利集团国际事业部副总经理白雪天指出，光伏在整个硬件设施上具备很强的竞争力，有利于出海，但企业在融资等方面还面临问题。

此外，近年来受到美元持续加息影响，美元融资对于全投资的项目收益率影响加剧。随着中国参与海外项目的方式从“工程总承包+融资”模式向股权投资转变，中国企业需要加快融入市场化、多边化的投融资环境。

白雪天指出，海外投资最终考虑的是风险，相较于大型央国企，民企的抗风险能力更低，需要有不同的合作模式，包括组团出海、获得信保相关产品支持等。

蕴藏丰富铜锂镍锌银 商业化开采尚待时日

火山成“绿色挖矿”新选项

中国能源报 2023. 7. 31

随着全球绿色转型推进，创新型零碳技术需求也随之水涨船高。目前，科学界正在将目光投向此前从未涉及的领域——火山。科研团队经研究发现，作为炽热地心的“窗口”，火山除了能提供地热能，还蕴藏着绿色转型所需的核心金属，如铜、镍等，火山似乎正成为矿业新的绿色选择。

绿色转型金属品种多

随着绿色转型加速，可再生能源、储能、电动汽车等行业迅猛发展，带动相关金属矿产需求激增，供应缺口频现，这促使业内不断改进定位高品位矿床的方法。

日前，剑桥大学地球科学系博士生奥利维亚·霍格领导的研究小组发现，火山岩浆的含水量将给火山周围矿床的形成带来积极影响。该小组在《地球与行星科学通讯》发表研究成果称，含有更多水的岩浆可以形成经济可行的金属矿床。

“传统上，我们主要将氯放在从岩浆中制造富金属矿床的原料清单首位，但水的重要性可能更为突出。”奥利维亚·霍格表示，“我们的研究支持了这一发现，即富含水的岩浆产生的液体含有更多金属，这一结果进一步帮助我们了解矿石是如何形成的，从而更好地预测和定位那些品质高、好开采的矿床。”

无独有偶，牛津大学地球科学系教授乔恩·布伦迪早前也对“火山蕴藏丰富金属”给出肯定答案。他在《地球科学家杂志》上发表文章称，火山地下多孔岩石中的盐水蕴藏着丰富铜、金、锂、锌、银等金属。

“无论哪座活火山，都蕴藏着地热能的副产物，许多金属以液态形式埋藏在热岩中，在这些岩石样本中发现含有不同浓度的铜以及其他有价值金属，包括锂、锌、金和银。”乔

恩·布伦迪表示，“通过这种‘绿色挖矿’方式开发金属，不仅可以填补金属矿产供应缺口，还能够大幅减少开采对环境的影响。”

商业化开采有待提速

不过，截至目前，开采“火山金属”仍然停留在调研阶段，对金属矿产的极度“渴求”促使该研究加速朝着商业化迈进。

英国《卫报》援引数据指出，全球对铜、镍、锌等金属的需求持续激增，预计到2050年，锂产量将增加10倍、钴产量将增长6倍、银产量将再增长50%。“即使是最有效的回收系统也很难满足金属需求，而传统的能源密集型采矿方式将给环境带来巨大负担，可持续的‘绿色挖矿’方案被赋予极高期待。”

《经济学人》指出，要想全面且充分发挥火山的“能量”，需要进行深度研究和投资，了解地质情况的同时开发提取“火山金属”的商业化技术，从而最终实现“像开采油气一样钻取铜”。

据了解，乔恩·布伦迪领导的团队通过5年时间寻找到钻探测试井的最佳位置，预计可能需要5至15年时间才能打出首个有效的火山卤水矿坑。乔恩·布伦迪表示：“事实上，从流体溶液中提取金属比处理固体矿石更便宜、所需能耗与成本也更少。”

油价网指出，全球大约有2000座火山有望成为“金属矿”，直接开采这些火山可能成为获得金属资源的更环保的方法。

不过，开采过程仍伴随挑战与危险。火山卤水具有腐蚀性、温度高达450摄氏度，而且容易在钻井内壁沉积出一层层的“附着物”，需要全新涂层技术和工具，甚至存在引发火山爆发的可能性，这些都对技术提出了更高要求。

我国能源资源利用效率显著提升

中国电力报 2023. 7. 21

7月19日，国务院新闻办公室举行新闻发布会介绍今年上半年工业和信息化发展情况。会上提出，我国能源资源利用效率显著提升。

工业和信息化部新闻发言人、总工程师赵志国提到，上半年我国工业出口提质升级，“新三样”（包括新能源汽车、锂离子电池、太阳能电池）出口同比增长61.6%。工信部将发展壮大新兴产业，加快发展5G、智能网联汽车、新能源等新兴产业，进一步增强电力装备、

新能源汽车、光伏等领域发展动能。

工信部新闻发言人、运行监测协调局局长陶青介绍，钢铁行业干熄焦、烧结余热发电等技术逐渐普及，石化行业千万吨级炼油、百万吨级乙烯等大型化装备应用水平持续提高，在新一代信息技术、高端装备、新材料、新能源等领域建成了 45 个国家先进制造业集群。

目前，工信部已累计对超 5 万家企业开展节能监察和诊断服务。大宗工业固废综合利用率稳步提高，已建成 1 万余个废旧动力电池回收服务网点，1~5 月回收利用废旧动力电池 11.5 万吨。此外，光伏产业链主要环节产量全球占比均超过 70%，新能源汽车产销量连续 8 年保持全球第一，今年上半年新能源汽车产销同比分别增长 42.4%和 44.1%。

陶青表示，下一步工信部将加大绿色智能船舶、绿色建材等推广应用，实施电力装备绿色低碳创新发展行动，积极培育氢能、新型储能等新兴产业。同时，深化节能监察和节能诊断服务，开展工业绿色微电网应用场景示范推广；加快建设数字化碳管理平台，建立数字赋能绿色低碳发展机制；研究制定新能源汽车动力蓄电池回收利用管理办法，不断完善回收利用体系。

二、热能、储能、动力工程

俄开发合成荧光粉陶瓷新方法

科技日报 2023.7.4

俄罗斯研究人员开发出一种生产荧光粉陶瓷的新方法，这是生产二极管、激光器和其他光子器件所必需的。这种新的进口替代技术与同类技术的不同之处在于生产率高，且能精确控制产品性能。相关研究发表在最近的《材料》杂志上。

目前合成荧光粉陶瓷的方法往往会导致材料结构缺陷，这是由于固相反应过程的可控性低，以及辅助物质的使用，其分解产物残留在陶瓷中，降低了陶瓷的质量。

托木斯克理工大学新生产技术工程学院提出的荧光粉陶瓷合成方法能精确控制产品的性能，提高了生产速度和生产率。

该校材料科学系教授埃琳娜·波利萨多娃称，这种方法的一个特点是使用高能电子束，在其作用下烧结初始氧化物的粉末。

这项研究成果首先旨在生产俄罗斯依赖进口的 LED 荧光粉，但在未来，它将使制造各种现代光子学材料成为可能。

研究人员创造了一种工业生产掺有铈离子的钇铝石榴石的方法，这是生产白光二极管的关键材料。获取荧光粉陶瓷的技术是现有技术中最快的，一秒钟可合成 10—20 克。粉末混合物受到强大的电子流的作用，导致辐射分解，即氧化物分解为离子并随后化合。

在研究过程中，研究人员分析了电子束参数和配料成分对最终产品的影响。这些数据将成为新型陶瓷生产方法的基础，新型陶瓷可用于制造光电传感器、激光器、光伏器件及其他设备。

新方法能通过快速改变配料成分来烧结不同的物质。得益于此，不仅可以合成成分复杂的陶瓷，还可快速确定各种成分对最终产品的性质的影响规律。

电化学储能电站安全性稳步提升

中国能源报 2023. 7. 3

6 月 27 日，国家电化学储能电站安全监测信息平台首批电化学储能电站试点接入。国家能源集团、南网储能公司、广东省能源集团、国网湖南综合能源服务有限公司成为首批接入试点电站的集团级平台和区域级平台典型试点示范单位。

业内人士认为，近年来电化学储能快速发展，但安全问题仍需各方重视，尤其要加强电站安全管理，充分发挥国家电化学储能平台作用，筑牢储能行业安全底线。

投运电站数量快速增长

中电联党委委员、专职副理事长安洪光表示，得益于技术进步、市场需求以及有关政策机制的不断完善，以电化学储能为代表的新型储能在新技术新装备研发、储能电站示范项目建设、商业模式探索、标准体系构建等方面均取得实质性进展。

“以锂离子电池为代表的电化学储能建设周期短、调节能力强、发展空间广阔，代表了未来发展的方向。火电灵活性改造、需求侧管理措施以及其他形式的储能具有不同特点和局限性。随着电化学储能应用成本进一步降低，其布局灵活、响应速度快、能量效率高等优势将不断显现。”国家电网调控中心原副总工程师裴哲义表示。

2022 年，电化学储能电站数量、投产运行数量快速增长。中电联此前发布的《2022 年度电化学储能电站行业统计数据》（以下简称《数据》）显示，截至 2022 年底，全国电力安委会 19 家企业成员单位总计报送 500kW/500kWh 以上的各类电化学储能电站 772 座、总功率 18.59GW、总能量 43.08GWh，其中累计投运电站 472 座、总功率 6.89GW、总能量 14.05GWh、

同比增长 126.79%（在运 405 座、总功率 6.44GW、总能量 13.19GWh、同比增长 146.48%，停用 67 座、总功率 0.45GW、总能量 0.86GWh），在建电站 300 座，总功率 11.70GW、总能量 29.03GWh。

《数据》显示，截至 2022 年底，已投运的电化学储能电站分布在 27 个省（区、市），排名前十的依次是山东、江苏、宁夏、湖南、青海、内蒙古、河北、西藏、甘肃、新疆，总能量 11.61GWh、占比 82.58%，其中前 5 省（区、市）累计总能量均达 1GWh 以上。

安全问题不容忽视

储能是支撑新型电力系统的重要基石和基础装备，安全是储能产业健康发展的前提。

《数据》指出，2022 年新增投运的电化学储能电站通过消防验收比例大大提高，电化学储能行业整体安全态势较好。不过，业内人士认为，导致电化学储能电站起火的原因多样，而随着电化学储能装机规模逐年增长，对其安全不能放松警惕。

2022 年 4 月，国家能源局印发的《关于加强电化学储能电站安全管理的通知》（以下简称《通知》）指出，要高度重视电化学储能电站安全管理，加强电化学储能电站规划设计安全管理，做好电化学储能电站设备选型，严格电化学储能电站施工验收，严格电化学储能电站并网验收，加强电化学储能电站运行维护安全管理，提升电化学储能电站应急消防处置能力。

“树立全过程的安全观念，要形成电池本体-电站设计-现场施工-安装调试-运行维护-事故处理的体系。”裴哲义认为，要深入开展电池系统火灾蔓延的影响规律研究，并建立电池热失控预警模型，制定电池系统安全防护体系和防护装置联动控制策略，同时开发清洁高效的电池安全防护装置，有效抑制电池热失控扩散及火灾蔓延。

依托平台有效监测

国家能源局电力安全监管司司长苑舜指出，要加大电化学储能技术的研发投入，聚焦储能安全关键技术，以科技助力安全发展；深度挖掘大数据价值，发挥国家电化学储能电站安全监测信息平台作用，服务电化学储能电站的安全发展；建立多部门联动机制，加强储能项目全过程管控，形成监管合力。

《通知》提到，要积极配合参与电化学储能电站安全监测信息平台建设，按照有关规定报送电池安全性能、电站安全运行状态、隐患排查治理、风险管控和事故事件等安全生产信息，提升电站信息化管理水平。

“要深入研究并网安全运行管理有关问题。”裴哲义指出，“依托国家电化学储能电站安全信息监测平台，及时总结现有储能电站并网运行经验，包括电源侧、电网侧和用户侧储能

系统，针对出现的电池模块缺陷、BMS 缺陷、充放电时间、充放电功率达不到设计值、电池一致性差等问题，提出改进措施。针对储能系统分散接入、集中控制的运行特点，制定多层次、多目标且兼顾整体运行效率及局部调节需求的安全运行控制策略。”

发力新能源汽车 驱动高质量发展

广州日报 2023.7.5

7月3日，我国第2000万辆新能源汽车在广州下线，标志着中国新能源汽车在产业化、市场化的基础上，迈入规模化、全球化的高质量发展新阶段。

新能源汽车是全球汽车产业转型升级、绿色发展的主要方向，也是我国汽车产业实现高质量发展的战略选择。近年来，在汽车“新四化”浪潮的推动下，中国新能源汽车产业发展突飞猛进。从2020年9月累计产量突破500万辆，到2022年2月突破1000万辆，再到今年7月超2000万辆，发展速度之快、质量之高世界罕见。从1995年第一辆中国新能源车下线至今，仅用了28年的时间，中国新能源车就迎来了2000万辆的新里程碑，这是中国新能源汽车核心技术、智能制造、市场规模强大实力的展现，也是中国进一步迈向汽车强国的重要标志。

虽然我国新能源汽车产业目前在全球已处于领跑阵营，产销连续8年保持全球第一，智能化研发与应用也走在世界前列，但是，必须清晰地看到，当前发展新能源汽车已经成为全球共识，主要汽车生产国纷纷加大政策支持力度，跨国车企也加大研发投入，产业竞争日趋激烈。同时，我国的新能源汽车产业仍存在关键核心技术供给不足、全面市场化发展不均衡不充分、支撑保障能力有待提升等问题，需要有关各方共同应对解决。

今年是我国建设汽车强国的关键之年、大考之年。持续13年的新能源汽车国家财政补贴正式停止，新能源汽车产业进入市场化发展新阶段。对于车企来说，没有了补贴，直面与燃油车的竞争，必须要有更加优异的产品以及创新的核心技术，才能在大考中取得优异成绩，跑出弯道超车的加速度。

由此可见，2000万辆新能源汽车的下线，既是市场规模的新突破，可喜可贺，同时也是高质量发展新起点。面临一系列新考验，道阻且长但机遇无限，未来可期。

政策利好持续赋能。虽然国家补贴政策中止，但新能源汽车产业发展的扶持政策依然没断。近日，财政部、税务总局、工业和信息化部发布公告，明确了2024年至2027年的新能

源汽车车辆购置税减免政策。初步估算，减免车辆购置税规模总额将达到 5200 亿元。此外，我国还对新能源汽车免征车船税，对纯电动汽车不征消费税。近日，国务院办公厅印发《关于进一步构建高质量充电基础设施体系的指导意见》，要求到 2030 年基本建成高质量充电基础设施体系，解决“找桩难”“进小区难”“公路充电难”等问题。近日，工信部等五部门联合印发《制造业可靠性提升实施意见》，聚焦机械、电子、汽车等行业，实施基础产品可靠性“筑基”和整机装备与系统可靠性“倍增”工程。这些均为新能源汽车的高质量发展提供了强有力的政策支持。

产业集群蓄势待发。当前，在越来越火热的新能源汽车赛道中，越来越多的城市围绕新能源汽车产业上下游展开竞逐。广东是全国最大的新能源汽车生产基地和消费市场之一，正以打造世界级新能源汽车产业集群为目标，促进产业迈向全球价值链高端。广州近年来也乘着新能源汽车与智能网联化的东风，不断完善新能源汽车产业链，致力打造全球知名“智车之城”，让新能源汽车产业成为驱动制造业高质量发展的新引擎之一。

发展新能源汽车是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路。政策“护航”、基础设施“铺路”，企业苦练内功，抢抓机遇，我国新能源汽车产业必将朝着高质量发展的方向坚定迈进。

国内规模最大超高压跨江输变电工程建成投运

国家电网报 2023. 7. 4

7月2日，国内规模最大的超高压跨越长江输变电工程——泰州凤城至无锡梅里 500 千伏输变电工程正式建成投运，预计最大年送电量超过 260 亿度，相当于一个中等城市一年的用电量，为长三角地区夏季电力供应提供坚强保障。

凤城—梅里 500 千伏输变电工程是我国电力“十三五”规划重点项目。工程建设历时近三年，新建了 2 座 385 米、世界最高的输电高塔，跨越长江档距 2550 米，线路总长 178 公里，总投资超 15 亿元。

“我们组建了专业技术团队，攻克了超高铁塔组立、大张力跨江架线等一系列技术难关。”该工程业主项目经理陈兵介绍，该工程在国内超高压工程施工中首次采用铸钢节点、环状钢骨构件、特强钢芯铝合金绞线等，在电力行业内创下了组塔抱杆高度等五项行业内世界纪录，整体工程国产化率达 100%。

目前，江苏 99% 的风电和 67% 的光伏发电分布在苏北地区，但长三角的用电负荷主要集中在长江以南。建设跨江输电通道，可以连接起长江两岸的清洁能源生产基地和用电负荷中心。

此前，江苏已建成 5 条 500 千伏及以上等级过江输电通道，总体输电能力超过 1800 万千瓦。凤城—梅里 500 千伏输变电工程可以将苏北的风电、光伏发电等绿色电力送至无锡，并辐射至苏州、常州等苏南城市，更好保障地方经济高质量发展。

据了解，工程可提升江苏境内 30% 的过江输电能力，每年可减排二氧化碳约 1000 万吨。工程极大促进大规模海上风电的高效消纳，让能源资源在更大范围得到优化配置。

200 年“锂”程：从石头到能源金属

甘肃自然资源报 2023. 6. 30

锂元素的发现，距今已有 200 年。1817 年的某天，瑞典化学家阿尔费特逊在其老师贝齐里乌斯的实验室分析一种矿石时，发现了一种新元素，贝齐里乌斯将其定名为“lithium”。该词源于希腊文，意思是“石头”，用以表示该元素从石头中发现，以有别于与之性质相近的、分别从血液和草木灰中发现的钠和钾。汉语将其翻译为“锂”。这两位化学家当初应该不会想到，这个新发现的名为“石头”的元素，在 21 世纪成为了能源金属。

锂的获取：来自岩石、卤水和海水

锂在大自然中主要寄宿于岩石、卤水和海水中，分别称为硬岩锂、卤水锂和海水锂。人类要获得锂，就需要从这些物质中提取。

锂辉石是人类最先进进行工业开发利用的锂资源。1855 年，德国化学家罗伯特本森和英国化学家奥古斯图斯通过电解氯化锂生产出大量可使用的锂；1923 年，德国金属公司采用电解氯化锂和氯化钾的混合液工艺，锂从此实现了商业化生产。

硬岩锂矿找矿具有较大的风险性和一定的挑战性，从勘查、钻探、样品分析测试到开采、破碎、煅烧、选矿，每一个步骤都不简单。由于从头到尾都要消耗能源，成本比较高，对环境也会产生不利的影​​响。硬岩提锂的成本基本为 6~8 美元/千克。

海水中赋存有巨量的锂，约为 2600 亿吨，是目前全球已查明锂资源量的 6500 余倍，但其含量极低。海水提锂主要有两种途径：一是直接从巨量海水中提取微量的锂元素；二是从海水淡化后的浓海水或海盐制盐后的卤水中提取。目前已有个别机构正在实施浓海水提锂新

技术开发及中试线建设工作，但由于成本过高，尚不能进行商业化生产。

相比于从硬岩中提取锂，盐湖卤水中提锂有天然的低成本优势。卤水中的锂本身已是游离态或者是游离的化合态，卤水提锂时直接省掉了开采、破碎、粗级选矿。在横跨智利和秘鲁的阿塔卡玛沙漠中的阿塔卡玛的盐湖，卤水中富含锂，其锂金属资源储量高达 630 万吨，约占全球的 24%。1997 年，智利化学矿业公司开始从阿塔卡玛盐湖中生产碳酸锂，将碳酸锂价格降至 1500 美元/吨，仅为同期国际价格的一半。这样，盐湖卤水锂以其低廉的价格极大地冲击了世界各国的硬岩锂业。自此以后，盐湖卤水提锂也就基本取代了硬岩提锂。

当然，全球盐湖卤水锂的资源禀赋并非都像阿塔卡玛盐湖一样优越。有的高锂盐湖由于地处高海拔、交通不便、能源物资供给缺乏，或者其卤水中含有更高含量的镁，种种因素都极大地增加了盐湖卤水的提锂成本。不过，除了阿塔卡玛盐湖之外，还有不少与它类似的高品质盐湖存在，这些盐湖能满足目前及未来一段时间内全球对锂资源的需求。

锂的应用：最广泛的用途是动力燃料、核能和储能

锂被发现后的一段相当长时间里，仅在玻璃陶瓷业、冶金工业、制药业等行业进行了使用。相比之下，锂最广泛而重要的用途当属锂能的应用。而锂能的应用包括三个方面，动力燃料、核能和储能。

锂是用作火箭等燃料的最佳金属之一。用锂或锂的化合物制成固体燃料来代替固体推进剂，用作火箭、导弹、宇宙飞船的推动力，不仅能量高、燃速大，而且比冲量极高，发动机利用一公斤锂燃料可以持续产生推力 290 秒以上。

真正使锂成为举世瞩目的金属元素，是其优异的核性能被发现后，被用作核聚变武器的生产。上世纪五六十年代的冷战时期，是人类首次对锂的显著需求期。鉴于它在原子能工业上的独特性能，人们开始称锂为“高能金属”。

令人鼓舞的是，从上世纪 90 年代起，随着锂离子电池的发明和应用，锂第二次受到全球瞩目，并开始服务于人类的进步与和平。

锂离子电池的研发是企业家和科学家们多年不懈努力的结果。上世纪 70 年代，英国化学家怀特汉姆提出锂电池的概念，将金属锂作为负极材料。不过，锂金属成本昂贵且易燃易爆，安全性不好。之后，慕尼黑技术大学的本森哈得发现，石墨和阴极氧化物嵌入的可逆性，并提出可用于锂电池应用。1980 年前后，斯坦福大学高德绍与牛津大学古迪纳夫、米祖矢玛，分别发明了钴酸锂作为正极、锂金属为阴极的可充电锂电池。1985 年，日本旭化成株式会社的吉野彰使用碳材料组装了一个原型电池，锂离子可插入其中作为电极，而空气中稳定的钴酸锂作为另一极。这种电池的安全性大大提高，而且钴酸锂可工业化规模生产，标志

着锂离子电池的正式诞生。

终于到 1991 年，索尼公司和旭化成株式会社宣布首个商用锂离子电池研制成功。由此，锂离子电池革新了消费电子产品的面貌。

较高的安全性、可充电性、高容量性、体积较小，锂离子电池的这些优越性能，加上盐湖锂获取的低成本，越发激发了企业家和科学家研发相关产品的热情。从电脑、手机等信息终端的微型化，到汽车的电动化，再到将来储能设备家庭化、核聚变能，锂作为一种能源金属将带领我们步入更加绿色环保的明天。

我国首个 220 千伏柔性低频输电工程投运

为杭州亚运会提供灵活电力支撑

国家电网报 2023. 7. 6

6 月 30 日，我国首个 220 千伏柔性低频输电工程在杭州投运。这是当前我国电压等级最高、输送容量最大的柔性低频输电工程。该工程作为杭州亚运会的配套工程，使杭州市富阳区、萧山区两大负荷中心互联，可为杭州亚运会主场馆所在区域提供 30 万千瓦的灵活电力支撑。

富阳区、萧山区分布着多个亚运会比赛场馆。“这项工程在富春江两岸建设两座高压大容量低频换流站，相当于建立了一条连接线，使两个地区的富余电能可以灵活互济，响应速度达毫秒级，能大幅提升区域供电可靠性。”工程施工负责人、杭州供电公司运检部专职许挺介绍。

“我们将传统电网 50 赫兹输送频率降至 20 赫兹，通过降低输电频率，减少‘输电阻力’，从而提高输电容量、距离和效率。除了应用于城市内部电网互联，在大规模海上风电送出、多岛屿互联等场景下，柔性低频输电技术与现有的工频交流和直流输电相比，在 70 至 200 千米海域内有着明显的经济优势。”国网浙江电力高级工程师裘鹏介绍。

据了解，预计到 2030 年，全国海上风电开发规模将达 9000 万千瓦。为解决未来中远距离海岛和海上风电场大容量输电问题，近年来，国网浙江电力加强原创性、引领性科技攻关，在掌握柔性低频输电自主核心技术方面制定了“分步走”方案，2022 年在台州实现了 35 千伏柔性低频输电技术示范验证，今年则在杭州实现 220 千伏高压大容量柔性低频输电技术示范验证，填补了国内柔性低频输变电领域的成套设计、设备研制、试验安装、启动调试等技

术空白。

新方法提高天然气水合物燃料能效

科技日报 2023. 7. 11

俄罗斯研究人员提出了一种新方法，可预测天然气水合物燃料在加工过程中的行为。该方法既适用于开发新的能源装置，也适用于在现有系统中选择水合物燃烧的最佳状态。相关研究发表在《国际传热传质杂志》上。

托木斯克理工大学高能过程物理研究院副教授德米特里·安东诺夫称，天然气水合物分解的特征取决于参数的组合：压力和温度、水合物颗粒的大小及其比表面积、基本晶胞类型等。新方法有助于理解这一过程的物理原理，并提出管理建议。

安东诺夫表示，新方法允许处理各种来源的水合物，同时考虑到由形成区域的气候决定的结构特征。

中国科学技术大学开发成本性能领先的全固态锂电池电解质

中国科学报 2023. 7. 6

中国科学技术大学教授马骋开发了一种新型固态电解质，它的综合性能与目前最先进的硫化物、氯化物固态电解质相当，但成本不到后者的 4%，适合进行产业化应用。该成果近日发表于《自然-通讯》。

马骋设计并合成了一种新型固态电解质——氧氯化锆锂。这种材料具有很强的成本优势。如果以水合氢氧化锂、氯化锂、氯化锆进行合成，它的原材料成本仅为 11.6 美元每公斤。而如果以水合氧氯化锆、氯化锂、氯化锆进行合成，氧氯化锆锂的成本可以进一步降低到约 7 美元每公斤，远低于目前最具成本优势的固态电解质氯化锆锂，并且不到硫化物和稀土基、镧基氯化物固态电解质的 4%。

在具备极强成本优势的同时，氧氯化锆锂的综合性能与目前最先进的硫化物、氯化物固态电解质相当。它的室温离子电导率高达 2.42 毫西门子每厘米，超过了应用所需要的 1 毫

西门子每厘米，并且在目前报道的各类固态电解质中位居前列。与此同时，它良好的可变形性使材料在 300 兆帕压力下能达到 94.2% 致密，可以很好地满足应用需求，也优于以易变形性著称的硫化物、氯化物固态电解质。

实验证明，由氧氯化锆锂和高镍三元正极组成的全固态锂电池性能优异，在 12 分钟快速充电的条件下，该电池仍然成功地在室温下稳定循环 2000 圈以上。

欧盟新规规范电池企业发展

经济日报 2023. 7. 15

欧盟理事会日前出台一项旨在加强电池和废旧电池管理的新法规，规范电池从生产到回收和再利用的整个生命周期，以促进循环经济。分析认为，新规将提升欧洲工业的竞争力，确保新电池的可持续性，并为绿色转型作出贡献。此外，该法规一定程度上意味着德国在电池行业将迎来新的商机。

当地时间 7 月 10 日，欧盟理事会通过了一项旨在加强电池和废旧电池管理的新法规。该法规将规范电池从生产到回收和再利用的整个生命周期，并确保其安全、可持续和具有竞争力。

据悉，欧盟理事会在当天发布的一份新闻公报中表示，新规将适用于所有电池，包括废旧便携式电池、电动车电池、工业电池等，旨在通过监管电池的整个生命周期来促进循环经济。新规因此规定了报废要求，包括废旧电池收集目标和义务、材料回收目标等。

“我们第一次有了涵盖产品整个生命周期的循环经济立法，这有利于环境与经济。”欧洲议会议员阿奇利·瓦里亚蒂对此表示，“我们的总体目标是建立一个更强大的欧盟电池回收行业及具有竞争力的工业部门。这些措施对未来几十年欧洲的能源转型和战略自主至关重要，可能成为整个全球动力电池市场的基准。”

根据此前欧洲电池联盟负责人托雷·塞克尼斯在 2023 年世界动力电池大会上介绍，2025 年，欧盟对动力电池的需求将达到 550GWh，2030 年将升至 1000GWh。在电池矿物原料上，欧盟到 2030 年对锂的需求将增加 18 倍，对钴的需求将增加 5 倍；到 2050 年对锂的需求将增加近 60 倍，对钴的需求将增加 15 倍。

据了解，欧盟新规将产品分为汽车电池、电动汽车电池、轻型交通工具电池、工业电池、便携式电池，重点要求涵盖电池整个生命周期的各个阶段，即从原材料生产加工，到电池使

用过程，再到退役及报废电池的回收利用。

德国联邦外贸与投资署(GTAI)电池专家尼古拉斯·布拉米表示，新规将提升欧洲工业的竞争力，确保新电池的可持续性，并为绿色转型作出贡献。此外，该法规一定程度上意味着德国在电池行业将迎来新的商机。

根据该法规，生产商将负责收集一定比例的废旧便携式电池(2027年年底达到63%，2030年年底达到73%)。此外，生产商还必须为来自轻型运输工具的废电池设定专门的收集目标(到2028年年底达到51%，到2031年年底达到61%)。

此外，该法规规定了新的工业电池、汽车蓄电池(SLI 电池)和电动汽车电池的强制性最低回收含量水平，同时还设定了到2025年年底废旧镍镉电池回收率达到80%、其他电池回收率达到50%的目标。

有专家分析，这些规定对欧洲电池行业意义重大，可能将彻底改变欧盟及其最大的经济体和电池中心——德国对电池材料的处理方式。

“新规涵盖了整个电池生命周期，并确保尽可能重复使用关键原材料”，布拉米表示，“在欧盟国家内销售的电池必须遵守可持续的生产实践和负责任的回收流程，最终支持欧洲向低排放交通的过渡。”

对于未来德国电池行业的发展，布拉米表示，“这标志着电池行业向第一个真正的闭环产业迈出了重要一步。该法规将巩固欧盟，特别是德国在整个电池材料价值链中的领先投资地位。在德国联邦外贸与投资署，我们已经看到行业领先企业，尤其是回收行业的企业，对在德国投资新产能表现出浓厚兴趣”。

自今年以来，德国政府不断加大对本土电池行业新项目的资金支持。近期，德国政府宣布将为博世公司氢能项目提供1.6亿欧元的资助。该项目的资金主要用于研究针对发电和供热的固定式燃料电池系统，即氢气在电池中的应用。博世公司表示将加大力度发展氢燃料电池，并有望在2025年成为世界上第一个量产该能源系统的公司。

此外，荣鼎咨询和墨卡托中国研究所近期发布的《2022年中国对欧投资情况报告》显示，2022年中国对欧洲电动汽车电池产业的投资不断上升，电池投资现在已成为中国在欧洲投资的主流。

报告显示，德国是中国在欧洲电池投资的主要集中地之一。据悉，位于德国图林根州的宁德时代首家海外工厂刚刚于今年1月宣布正式进入量产阶段，该公司总计将其德国工厂投资18亿欧元。此外，2022年9月，蜂巢能源宣布其将在德国勃兰登堡州建设面向欧洲市场的第2家海外工厂，主要从事电芯生产。

中大科学家发现液氮温区镍氧化物超导体

这是中国科学家在全球率先发现的全新高温超导体系

广州日报 2023. 7. 13

北京时间7月12日晚11时,《自然》杂志(Nature)刊登中山大学王猛教授团队主导的科学成果:首次发现液氮温区镍氧化物超导体。

这是中国科学家在全球率先发现的全新高温超导体系,是人类目前发现的第二种液氮温区非常规超导材料,是基础研究领域“从0到1”的突破,将有望推动破解高温超导机理,使设计和预测高温超导材料成为可能,实现更广泛更大规模的产业化应用。

在中山大学广州校区南校园哲生堂物理学院的实验室,王猛教授团队展示了一根几厘米的黑色料棒,正是本次发现的“新星”——高温超导新材料La₃Ni₂O₇单晶样品。这根看似“朴实无华”的料棒,凝聚了团队数年的心血。

“La₃Ni₂O₇生长条件极为苛刻,平均价态为正2.5价,偏离Ni的稳定价态正2价,氧压范围窄,研发团队花了两年多的时间,才摸索出生长条件。”王猛教授说。

然而,新材料未必能带来新的突破。高温超导研究没有成熟的理论指引,存在很大不确定性。自1986年铜氧化物超导电性发现后,科学家就在镍等过渡金属化合物中探索超导电性。然而,近40年的研究,镍基氧化物超导电性并未有突破性进展。

“没有人知道终点在哪里,如果知道,我们就可以设计一条达到终点的路径,但基础研究就是解锁未知,而未知就是充满了不确定性。”王猛说。

幸运的是,这一次,团队成功了。团队将La₃Ni₂O₇单晶材料在中山大学高压实验研究平台及华南理工大学、中国科学院物理研究所、北京同步辐射装置开展实验研究,很快确定了其在压力下转变为超导体,超导转变温度达到液氮温区,高达80K(开尔文)。

得到《自然》杂志高度评价

超导材料具有绝对零电阻、完全抗磁性和宏观量子隧穿效应的特殊性质,具有重要的科学和应用价值。自发现以来,已产生了5个相关的诺贝尔奖。中国科学家也因超导领域的突破两次获得国家自然科学一等奖,一次国家最高科学技术奖。

1986年,科学家首次发现铜氧化物超导材料,随后包括中国科学家在内的多国科学家将其超导温度提升到了液氮温区(77开尔文,即零下196摄氏度)。液氮的廉价和易得,推

动了铜氧化物高温超导材料在信息技术、生物医学、科学仪器、电力、交通运输等领域的应用。

2008年，日本科学家在一种铁砷基材料中发现了超导现象。很快，中国科学家合成出多种铁砷材料，将块材超导温度最高提高到55K，并推动了其应用，但未能进入液氮温区。

高温超导的机理成为近40年来物理学中最重要的科学问题之一。这一次，中国科学家首次发现在液氮温区超导的镍氧化物，得到了《自然》杂志审稿人的高度评价，认为它“具有突出重要性”“是开创性发现”。

该发现在审稿阶段于科研论文预印平台公布后，迅速受到全球超导领域研究人员广泛关注和跟进研究，在一个月左右的时间里已有十余篇相关理论和实验工作相继公布。

有望破解高温超导机理

“这次发现高温超导的镍氧化物，镍的价态为正2.5价，超出传统预期，其电子结构、磁性与铜氧化物完全不同。通过比较研究，将有可能确定高温超导的关键因素，推动科学家破解高温超导机理。”王猛教授介绍，“根据机理，有望与计算机、AI技术等学科交叉后，设计、合成新的更多的更容易应用的高温超导材料，实现更加广泛的应用。”

记者了解到，本工作由中山大学物理学院教授王猛领导完成。中山大学物理学院副研究员孙华蕾、博士研究生霍梦五为论文的共同第一作者，王猛和清华大学教授张广铭为论文共同通讯作者。

“中山大学自2017年开始建设物理学院公共科研平台，为团队的材料生长和表征实验创造了一流的条件。”王猛说，中山大学建设的中子谱仪，也即将助力团队对材料进行进一步研究，推动机理的解决。

团队已经在进一步探索的路上。“目前，我们的超导材料，需要14GPa压力下才能实现，这会限制对超导机理的研究以及广泛应用。研究团队目前正在攻关，希望生长出常压下达到液氮温区超导的镍氧化物超导体。”王猛说。

朱雀二号迈出商业航天重要一步

经济日报 2023. 7. 16

近日，我国自主研发的朱雀二号成为全球首款成功发射入轨的液氧甲烷火箭，引起广泛关注。

今年上半年，美国相对论公司的人族1号火箭和马斯克 SpaceX 公司的星舰均曾尝试发射液氧甲烷火箭，但都以失败告终。从中国大地飞向太空的朱雀二号，在一众甲烷火箭“围追堵截”中拿下这个全球第一，可喜可贺。

朱雀二号的成功，是火箭燃料的革命性突破，将开启全球商业航天的新时代。

根据燃料不同，火箭可分为固体火箭和液体火箭。其中液体火箭是航天发射主流，目前常见路线有液氢液氧、液氧煤油、液氧甲烷三种。国内外不少航天公司都瞄准了液氧甲烷技术路线。除了进度最快、已进行发射实验的中美两国，欧空局、俄罗斯、印度等也在进行液氧甲烷发动机的研究工作。

液氢液氧、液氧煤油都是成熟技术，发射成功率很高，各国航天公司为何还要耗巨资研制高风险的液氧甲烷火箭呢？因为它可以大幅度降低星际旅行成本，能让未来的商业航天以“白菜价”普及。

一方面，甲烷性能好，燃料的推进效率、能量密度等性能指标都很不错，可以满足航天需要。另一方面，甲烷极其便宜，每公斤才几元钱，远低于煤油和液氢。此外，甲烷广泛存在，火星、土卫六、冥王星等星球都含有大量甲烷，可成为人类飞向深空的“加油站”。

最重要的是，火箭重复利用代表着人类航天的未来发展方向。甲烷燃烧不易积碳、结焦少，比煤油发动机更适合火箭回收重复使用。马斯克旗下的 SpaceX 公司的“猎鹰九号”等可回收式火箭使用液氧煤油推进剂，发动机存在明显的结焦和积碳，为多次回收复用带来障碍，如果将推进剂换成液氧甲烷，阻碍就将迎刃而解。

液氧甲烷是目前可复用火箭最理想的动力，更经济、更适应未来星际旅行。朱雀二号的成功，代表这条技术路线是可行的，开辟了人类商业航天的新时代。

研制朱雀二号的蓝箭航天是一家民营航天公司。本次发射成功，代表了中国现代化商业航天产业体系的成功。这种新的产业体系，让航天国家队和民商队并行发展，既能集中力量办大事、攻关尖端技术，又能提供灵活多样的商业服务，满足市场需求。

航天一直是高投入、高风险的事业，成功并非一帆风顺。2018年，蓝箭航天公司的朱雀一号固体运载火箭挑战国内首次民营运载火箭的入轨发射，以失败告终；2022年底，另起炉灶的朱雀二号液氧甲烷火箭，首次发射也未能成功。但蓝箭航天并未被失败击倒，而是自建了研发中心、工厂、试车台等各项基础设施，实现了朱雀二号火箭包括发动机在内的核心部件完全自研自产。可以说，围绕液氧甲烷发动机和全箭的产品形态，蓝箭航天已构建起自身的交付能力。此次发射成功，让蓝箭航天有望从2024年起，面向市场批量化交付液氧甲烷火箭。

随着朱雀二号的成功，液氧甲烷推进剂站上当今商业航天的“C位”，中国民企也抓住了世界商业航天竞争的主动权。未来，人类大规模探索星辰大海，需要大幅度降低航天成本，这离不开民营企业的努力和民间资本的投入，也是中国民企大有可为的新赛道。

国内首个大型抽汽熔盐蓄能项目开工

中国能源报 2023. 7. 17

近日，国家能源集团河北龙山电厂抽汽蓄能熔盐储热调峰灵活性改造示范项目正式开工建设。

该项目是国内首个利用熔盐大规模储热实现机组深度调峰及顶峰的重大科技创新示范项目，也是国家“煤炭清洁高效利用”科研攻关依托项目。项目总投资 3.2 亿元，占地面积约 7800 平方米，采用“高温熔盐储能”技术路线，利用现有机组，新增一套含低温熔盐罐、换热平台、高温熔盐罐等构筑物在内的抽汽熔盐储热系统。当电网需要深度调峰时，可将锅炉富裕的蒸汽热量存储到储热系统内，从而实现锅炉和发电机组的解耦，使机组满足电网调峰需要，为新能源发电腾出空间；当电网需要顶高峰负荷时，可将调峰期间存储在储热系统的热量重新释放出来，增加发电机组的顶尖峰能力。

项目建成后，该厂机组调峰能力将在现有基础上增加 100 兆瓦，时长达 4 小时，顶峰能力增加 47 兆瓦，放热时长不低于 6 小时，不仅可以有效提升河北南网调峰能力，提高新能源消纳比例，促进河北省新能源发展和能源结构转型，还将为全国现存煤电机组大幅提高调峰能力提供技术借鉴，起到示范引领作用。

促进新能源配储可持续发展

中国电力报 2023. 7. 18

新能源配储政策尚有不足

新能源配建储能政策在大规模促进新型储能产业发展的同时，较多关注储能建设，对后续实际运行要求则相对较少，导致很多新能源企业只是满足储能配建要求，实际运行管理则相对粗放，储能实际有效利用率很低。据中国电力企业联合会统计，截至 2021 年底，新能源配建储能等效利用系数仅为 6.1%。

国外新能源配建储能迅速发展，并不是强制要求的结果，而是在政策支持的基础上企业的市场自主选择，政策激励确实发挥了良好的效果。一是充分的国家激励政策。美国、欧洲等从国家以及地区层面制定远期新能源发展目标，通过激励新能源的发展间接催生储能的配套需求，并直接对新能源配建储能给予充足的财政补贴类政策性倾斜。二是比较成熟的电力市场。欧美大部分国家已形成较为成熟的电力现货市场以及辅助服务市场，并在积极探索储能如何更好地参与电力现货市场和辅助服务市场交易，为发电侧储能回收成本提供了重要途径。三是透明公开的电网调度。美国和欧洲都会实时公布电力交易出清结果和安全校核结果，通过节点电价等方式体现网络阻塞，也为是否建设储能提供了清晰的市场信号。

相比国外，我国在政策上还存在一些不足。

一是经济性激励措施较少。目前国内新能源配建储能的政策对应的经济性激励措施相对偏少，各省份新能源电站面临的储能投资运维成本缺乏有效的回收途径，使得一些新能源配建储能电站无法高质量运行。而国外新能源配建储能经济性激励政策的特点是持续时间长、力度大，如美国 2008 年就针对新能源配建储能提出投资税收减免和加速折旧补贴优惠，2022 年降低通胀法案进一步将投资税收减免优惠退出日期延后 10 年，优惠力度也有所提升。德国、英国等欧洲国家也有相应的经济性激励措施。

二是新能源配建储能的电力市场交易机制不成熟。目前，配建的储能不允许作为独立主体参与电力市场交易，严重限制了新能源配建储能的应用场景。

三是在新能源配建储能政策中“一刀切”现象严重。很多省份强制要求新能源一定要配建 10%~20% 容量的储能，否则不予接入电网，没有考虑所属区域的特点。新型储能为电力系统提供辅助服务的受益方不仅有新能源企业，也有终端负荷。有些区域电网电力需求量相对较大，城市负荷占比也较多，终端电力消费波动程度较高，对电力系统辅助服务需求相比新能源接入就更多，这时强制配建可能就不太合理；而在电力需求相对不足的区域电网，新能源接入对储能辅助服务的需求就相对更多一些，配建储能可能就相对合理一些。同时也要综合考虑其他手段，以达到收益成本最优状况。

新能源配建政策改进措施

一是通过经济手段对新能源配建储能进行引导。新能源企业配建储能的主要目的在于减少新能源接入对电力系统安全稳定运行的影响。其措施既可以通过新能源配建储能实现，也可以通过其他企业投资建立独立储能接入电网提供辅助服务的方式实现。对于新能源企业而言，可通过经济手段对其是否配建储能进行引导，如果分摊辅助服务成本超过自建，则新能源企业会自主选择配建储能，否则让其分摊辅助服务成本即可。

二是鼓励新能源配建储能参与电力市场交易，并积极构建适合储能运行特征的市场交易规则。新能源企业配建的储能，除可以满足自身接入电网调节出力的需求外，还应该允许其按照独立储能的身份自由参与容量市场、现货市场以及辅助服务市场等交易，从而提高新能源配建储能在闲置期的利用率，通过参与市场交易增加新能源配建储能的收益，降低新能源企业配建储能的成本压力。

三是允许新能源通过签订储能保险合同等方式满足调节要求。取消新能源企业配建储能“一刀切”的强制做法，在利用经济手段引导新能源配建储能的基础上，除租赁合同形式外，也应允许新能源与独立储能企业或者其他配建储能的新能源企业签订储能保险等其他金融合同，减少新能源企业相关成本的分摊。

四是通过财税支持等手段支持新能源配储的发展。对于配建储能的新能源企业在征收企业所得税时可以考虑参考美国联邦所得税减免的方式，按照储能投资成本的百分比对企业所得税进行减免，从而促进新能源企业配建储能产业的健康可持续发展。

五是积极推动电网调度信息公开透明。在电力市场交易过程中对于电网调度安全校核和阻塞等相关信息积极向市场交易参与方进行公开，让市场交易参与方尤其是新能源企业根据电网阻塞状况合理调整其市场参与方式，自主进行配建储能等相关决策，为电网安全稳定运行提供相应支撑。

加大新型储能技术多元化应用

中国电力报 2023. 7. 18

新型储能设施建设面临挑战

一是电力电量平衡问题成为制约点。风电、光伏等可再生能源受季节、气象等自然条件影响，具有典型的间歇性、随机性和波动性。随着电气化程度越来越高，新型用能设备广泛接入电力系统，更多的高峰负荷对电网产生冲击，电力的不稳定性增加。

二是电网承载能力成为瓶颈点。在新能源装机爆发式增长的背景下，电网消纳压力显著增大，新能源电量持续提升和有效消纳利用之间的矛盾长期存在，对储能的装机需求愈发迫切。2020年以来，国家发展改革委和各省区陆续明确了对于发电侧强制配储的要求。但目前储能只能达到小时级的水平，无法彻底解决跨季节、大规模、长时段配置。

三是新型能源体系需求成为支撑点。“源随荷动”和“源荷互动”的转变必须加快。其

中，加快储能产业的发展尤为重要。但目前电力“仓储”功能尚未有效发挥，对支撑风光等清洁能源及智慧电网运行作用还未充分体现。

四是新型储能市场收益模式成为价值创造点。现阶段，储能系统受原材料、供应链、市场机制等因素限制，容量租赁、现货价差套利、辅助服务补偿等成本主体和获益主体不一致及收益来源单一，导致经济性和安全性一直是核心考量指标。无论是新能源配套储能，还是独立、共享储能，都面临成本高、利用率低、收益不明确等问题，在不同区域，政策及场景的侧重点仍存在差异。通过实施更加灵活的储能商业模式，把容量电价纳入投资回报范畴，持续改进分时电价政策以及推动电力辅助服务市场发展，可以使得储能投资回报途径得到大幅度扩展。

储能技术应用场景呈现多元化

新能源发电侧方面，风电、光伏是新型能源体系最有代表性的形式，其原理简单、发展时间长、技术成熟、应用广泛。结合信息化技术将其与储能技术进行有效融合，自动化控制将不稳定的风电、光伏发电储存起来，使电网稳定性得到有效提升，进而实现电能输送过程平稳；能够提供快速的有功支撑，确保瞬时功率传输水平；参与电网调频控制，增强电网调频能力，使大规模新能源发电安全、稳定、高效地并入到常规电网中。

输配电侧方面，围绕大数据中心、工业园区等终端用户，探索“新型储能+”多元融合应用场景和商业模式。在大规模新能源并入、负荷密集接入、系统电压和频率支撑性不足的重要电网节点应用储能技术，可有效防范突发事件和故障后恢复能力，有效解决新能源占比提升而引起的电网波动性、安全稳定性下降等问题；在输变电资源紧张地区，建设电网侧储能设施可有效延缓或替代输配电网投资、缓解线路阻塞，降低电网建设成本；在保证安全可靠前提下，适当建设一批移动式或固定式新型储能作为事故应急备用电源，进一步提高电力系统应急供电保障能力。

用户侧方面，国家发展改革委、国家能源局出台的《关于加快推动新型储能发展的指导意见》，强调要促进“新型储能+”的多样性。“储能+大型用户”充分利用电网峰谷差，平抑尖峰负荷，降低大用户用电量，节省电费，减少供电设备投资，还能为大用户提供应急备用电源，满足关键性负荷电力需求。“储能+家庭用户”保证用电高峰或者发生突发事件时家庭用电需求，利用储能供电来确保应急备用电源以及削减用电高峰期的用电量，为家庭生活提供所需电量。“储能+分布式电源”建设在工业园区、公共建筑、工商业厂房等领域的分布式电源，本身就具备就地消纳的优势，但各领域用电峰谷并不与新能源波动性发电同频而作，此时储能系统起到了平衡作用。余量储存、需量释放，利用“削峰填谷”对有功功率

进行协调控制，保证关键性负荷的电压稳定。“储能+微电网”在微电网中采用合理的分布式电源和储能配置，维持微电网系统动态平衡，能够适时吸收、释放电能，以满足电量需求。

辅助服务市场方面，随着电力辅助服务市场逐步成熟，辅助服务功能进一步健全，市场主体范围也在不断扩大。我国电力系统正在发生巨大的变革，储能设施将以“独立市场主体”的身份参与电力辅助服务市场交易中，其中包括物理储能设施，如加压气流蓄能、飞轮蓄能。此外，还包括采用化学储能装置，如锂动力电池、铅蓄动力电池、超强电容器，并在必要时采用抽水蓄能。储能进入电力辅助服务市场，在参与电力市场和辅助服务市场时，可提供调峰、调频辅助服务，参与现货电力市场时，可以获得容量补偿，实现综合效益显著提升。

数字化技术支持储能安全高效运行

中国电力报 2023. 7. 18

储能发展面临堵点难点

一是储能系统的总体成本仍然偏高。从全生命周期角度看，储能电站成本主要由建设成本和运营成本两部分构成。其中，电池成本和运维成本是大头。新能源产业爆发式增长增加了原材料的供应压力，推高了电池价格，而电池占据了系统成本的一半以上，导致建设成本节节攀升。同时，“新能源配储”政策的强制执行也一定程度上增加了储能的投资成本。此外，很多储能电站仍采用人工方式巡检运维，相关运维成本占据了储能系统总成本的30%以上。

二是储能系统的安全管理有待进一步加强。从数据上看，全球每年都会发生数十起储能电池爆炸起火事件。中国电力企业联合会统计数据显示，仅2022年1~8月，我国电化学储能项目非计划停机就达到329次。随着储能装机规模的扩大、电池单体数量的增加以及共享储能、云储能等新型储能形态的出现，储能行业面临的安全问题愈发严峻，一旦发生安全事故，其波及范围和危害程度不可估量。

三是储能系统的整体利用程度偏低。中电联发布的数据显示，截至2021年底，我国电化学储能项目的平均等效利用系数仅12.2%。其中，新能源配储能利用系数仅为6.1%，火电厂配储能为15.3%，电网侧储能为14.8%，用户储能为28.3%。新能源配置的储能一般在弃电时段进行充放运行，至多做到一天内“一充一放”，部分区域配置的电化学储能基本未调用。

数字化智能化解决储能发展难题

一是数字化技术能够降低储能系统的各类成本。数字化的储能系统能够实现对电池的柔性控制和精细化管控，从根本上解决电池系统的短板效应，大幅提升储能系统的有效容量和循环寿命，降低电池成本。以云计算等数字技术作为底层技术的云储能可使用户随时、随地、按需使用由集中式或分布式的储能设施构成的共享储能资源，并按照使用需求支付服务费，分别降低电网企业的投资成本和用户的储能设备安装维护成本。依托大数据、云计算、人工智能等数字技术，储能电站可将人工运维升级为智能运维，并在故障发生后通过远程线上操作实现对故障电池模组的在线检测和单独隔离，降低运维成本。

二是数字化技术能够提升储能系统的安全性。借助于动态可重构的电池网络，数字化储能系统可从根源上消除电池的大部分危险因素并保证储能系统的本质安全。一方面，降低热损耗、防止热堆积，最大程度上降低电池的故障发生概率；另一方面，在故障发生后及时采取动作，避免电池出现热失控。借助物联网技术，数据采集系统可以增强储能电站的感知能力，准确采集电池的电压、电流、电阻等数据和电站的运行数据；依托大数据、云计算、人工智能等数字技术，电池管理系统可以对电池数据进行存储、处理和分析，并结合人工智能对电池的健康状态、一致性状态、荷电状态以及剩余寿命进行评估和测算，进而开展储能电站和储能设备的状态分析、预判、预警，早发现可能的故障或潜在隐患，有效提升安全防护水平。

三是数字化技术能够提升储能系统的整体利用率，实现储能资源的共享、复用。区块链是支撑共享储能、云储能等新业态、新模式的底层技术。通过引入区块链技术，共享储能、云储能能够将零散的储能资源整合在一起，实现储能设施跨时空共享、复用，有效盘活闲散的储能资源，提升设施利用率，避免资源闲置浪费。

四是数字化技术能够提升储能系统的运行效率，助力储能系统实现精细化管理。借助于物联网技术，数据采集系统可以实现储能电站数据的高效采集；通过将采集后的电池数据上云，电池管理系统能够克服本地数据存储能力和计算能力的不足，增强数据的计算、分析能力，并基于大数据开展系统优化、智能诊断等难以实现的功能；基于物联网、区块链、边缘计算等数字技术和云一边一端物联网架构，储能云平台可以提升储能系统的响应速度，实现大规模电池储能系统的协同管理，确保储能系统处于最佳运行状态；以大数据、云计算、人工智能等数字技术为基础开展的智能运维，则可以大幅提升运维过程的自动化程度，缩短运维时间，提升运维效率；储能电站依托大数据分析、人工智能等数字技术可以优化自身的散热管理、功率分配等功能，降低自身能耗和电能的二次损耗，提升电站运行效率。

加快推进储能数字化、智能化，需要多方协作，共同发力。学术界要加强储能数字化、智能化相关基础理论研究和机理分析，针对电池基础数据采集精度提升、信息能量同频处理、数字化储能的交易机制与运营模式等问题开展重点攻关。政府部门要出台针对性更强、更加细化的鼓励政策，以示范项目、优惠政策等方式支持储能数字化、智能化发展，积极推广数字化储能电站、智能运维、共享储能、云储能等新业态、新模式。企业要积极探索各类数字技术在储能领域的应用场景，解决储能各子系统之间数据不联通、标准不统一而导致的信息孤岛等难题，建设具备多种功能的数字化储能管理平台，打造智能化、全场景、体系化的服务能力，为用户提供一站式的定制服务。

激光充电技术离我们越来越近

参考消息 2023. 7. 12

东京工业大学等机构正在大力研发依靠激光实现的“光无线充电”技术。用激光照射物体，就可以将光能转化为电能。这样一来，不仅可以省去手机、家电配置充电线的麻烦，还可让电动汽车(EV)不必停下来就能充电。这种远离充电线的生活或许能在 2050 年实现。

激光充电的原理十分简单：利用电能发射激光，受到激光照射的物体再通过发电板将光能转化为电能。东京工业大学副教授宫本智之表示，激光充电如果能解决效率和安全问题，就能尽早投入实际使用。

宫本的团队已经可以利用激光输送 10 瓦左右的电流。他们还能以此操纵无线电控制系统，在地面用激光使无人机处于滞空状态。此外，他们的技术可以不受水的阻碍，因此也能给水下无人机充电。

目前较为普遍的无线充电技术大多采用电磁感应原理，利用线圈通电后产生的磁场输送电能。手机无线充电就是实际案例。虽然这种方式的充电效率高达 90%左右，但手机与充电器的距离必须保持在几厘米以内。

在距离较远的情况下，比较被看好的是微波无线充电。这种技术需要用到特定波长的电磁波。但是，在远距离充电时，输电效率会随着距离增加而显著下降，很难进行大功率输电。此外，电磁波也会导致接收方的机器产生噪声，容易造成故障。

而激光在进行远距离输电时，其能量转换率可维持在 50%左右。激光作为可实现远距离大功率无线充电的技术手段被广泛看好。

不过，这种充电方式并非完美无缺，安全问题就很棘手。由于激光功率很高，一旦照到人体就十分危险，必须确保在无人环境下使用，或是对相关场所的人员出入严加管理。

宫本表示，可以首先在无人仓库传感器和自动搬运车(AGV)上试用激光充电技术。无人仓库传感器被设置在仓库各个角落，有的也能在仓库内自由移动，可以从仓库顶部发射激光持续为其充电。预计这项技术将在 2030 年前后投入实用。

研究人员还试图在有人的情况下给家电和手机充电。他们通过摄像头等部件确定人的位置，一旦有人靠近就停止发射激光，从而确保安全。拥有此种技术，就能用激光对电动汽车持续进行大功率充电，使其保持行驶。

在海外，该领域的初创公司相继成立。

美国 PowerLight Technologies 公司与瑞典爱立信公司合作开展了 5G 基站激光无线供电的实证实验。以色列 Wi-Charge 公司正在开发针对物联网设备的无线充电技术。

宫本介绍说，相比之下，日本几乎没有取得实际进展，但对该领域感兴趣的企业越来越多。宫本等人正在通过相关研讨会努力推动信息共享。

此前，激光除了被用于光纤等信息通信领域，还被用于制作 CD、DVD 等存储器。人们还利用激光聚焦生热的特点加工金属，其对于工业而言不可或缺。

激光在人脸识别和自动驾驶领域也逐渐崭露头角。手机的人脸识别功能利用红外线激光照射面部获取立体特征，以此判断使用者是否为机主本人。

汽车则可以在自动驾驶模式下用激光照射周边环境，从而判定障碍物的形状和位置。

激光的适用场景还将继续增加。有人利用其能量高的特点，尝试将其用于核聚变发电。将高功率激光聚焦于一点，通过在高密度条件下压缩和加热促进发生核聚变反应。各国初创企业都在积极从事相关研发活动。

在农业领域，可以利用激光监测植物生长情况和土壤状况，也可用其除草除虫，从而减少农药使用量，实现无人植物工厂。

未来激光还将在多个领域大显神通。

我国燃料电池技术革新进程加快

技术自主和先进程度均在快速提高，行业迈入放量增长阶段

中国能源报 2023. 7. 24

近年来，在国家一系列重大项目支持下，我国燃料电池企业加快布局、坚持正向开发，燃料电池技术自主化程度逐渐提高，创新型产品不断涌现，产品性能逐渐赶上或超过国外先进水平。

◆◆ 技术工艺持续迭代

工信部数据显示，2022年，我国燃料电池系统装机量为506.9兆瓦，同比增长191.7%；2023年6月，燃料电池系统装机量为71.8兆瓦，同比上升33%。国金证券分析指出，今年，我国燃料电池装机规模预计将呈高速增长趋势，在政策细则落地叠加产业链成熟度提高背景下，行业放量增长确定性强。

市场规模扩大的同时，燃料电池产品核心零部件及关键材料相关技术持续迭代。“作为氢燃料电池核心部件之一，膜电极的高性能、长寿命对于燃料电池商业化进程具有重要意义。”江苏氢导智能装备有限公司总经理邵孟对《中国能源报》记者表示，“今年以来，我国膜电极在技术、降低成本和性能方面均有大幅提升。在生产工艺方面，越来越多的厂家采用直接涂布工艺和卷对卷封装工艺，大幅提升了生产效率，减少了生产成本。同时，也出现了单电池这样的新工艺。当前，膜电极产能较之前也大幅提升，部分头部膜电极企业产能已达到400万片/年。”

以氢导智能公司为例，邵孟介绍，经过对膜电极的一种制备工艺——CCM直接涂布工艺和设备进行深入研究，目前推出了全新直涂设备，产品各方面性能都在同行中处于领先地位。在质子交换膜封装方面，氢导智能公司推出10片/分钟-20片/分钟的高速高精度膜电极封装设备，并已积累了丰富的量产经验。

上海捷氢科技股份有限公司总经理卢兵兵对《中国能源报》记者表示，经过行业上下游多年共同努力，国内燃料电池企业在系统设计、电堆设计以及核心零部件等层面都取得了长足进步，相信随着国内应用场景及规模的不断增长，我国燃料电池产业也能像光伏、锂电一样走到世界前列。“在核心技术方面，捷氢科技已掌握系统集成、电堆设计、双极板和膜电极设计等并实现系统、电堆和膜电极的自主生产。”

◆◆ 产业链降本显著

受访专家指出，经过近十年的发展，我国燃料电池已实现一级部件的国产化与规模化生产，包括膜电极在内的燃料电池核心零部件技术性能与降本幅度、产业链投资布局、产业发展规模等方面都取得显著进展。

卢兵兵表示，近几年来，燃料电池成本降幅明显，从2017年前后的1.6万元/千瓦-2万元/千瓦，已降至去年的4000元/千瓦，且未来还会持续下降，燃料电池整个系统成本也

会相应降低。

“为进一步实现降本，未来产业应抓住更多潜在降本机会。”卢兵兵指出，首先是规模，与锂电行业一样，规模降本可以为整个行业带来最大降本幅度；其次是通过工艺、技术、材料、方法的突破，比如用活性更好、寿命更长的催化剂，以及更少催化剂载量来实现燃料电池同样的功率输出，以减少铂的使用量，从而实现降本。

国产化替代与标准规范的协同也不可忽视。卢兵兵表示，国产化替代中技术突破尤为关键。“在制造和测试环节持续突破工艺设计以实现降本。在标准规范协同方面，有标准就意味着硬件、管控有确定指标，在此基础上，上下游可以较好分工合作，协同设计燃料电池系统、电堆及核心零部件等。例如，加氢站的标准规范和燃料电池大批量商业化应用相衔接，可实现巨大降本。

需要注意的是，在供应链国产化方面，现阶段部分膜电极核心原材料仍依赖于价格较高的进口产品。卢兵兵强调，在膜电极核心原材料方面，随着我国企业在催化剂、质子交换膜、气体扩散层领域的不断布局，2022年，部分企业已实现采用国产产品；2023-2025年期间，产业需结合国家燃料电池示范城市政策相关要求，持续提升国产化材料电堆的产销。

邵孟认为，目前，燃料电池处于产业化早期，却需要和传统内燃机直接竞争，这两个产业体量差别很大，现阶段燃料电池很难在成本上和传统内燃机相比较，且目前还有不少技术瓶颈没有突破，相关配套生态圈的打造也需要一段时间。

◆◆ 企业盈利可期

虽然燃料电池在实现规模化、商业化方面仍面临诸多挑战，但产业预期整体向好。“近几年，越来越多的初创企业、上市公司、海外归来创业人员进入燃料电池领域搞研发。目前，我国燃料电池整体性能与国外相比差距越来越小。”卢兵兵强调，随着国产化替代进程加速，国产化材料在满足燃料电池电堆性能、可靠性和寿命的要求后，国内的电堆和膜电极企业还可以拉低进口材料由于技术垄断所带来的高毛利，逼迫进口材料快速降价。

邵孟认为，行业需要有了解产品、了解市场的创新型车企来共同创造优秀的燃料电池车、深度开发燃料电池的商业及附属价值，避免一味和内燃机做成本竞争。“汽车产业的规模经济效应很强，可以从需求端拉动燃料电池行业的体量和升级，带动整个产业链降本，从而实现盈利。”

卢兵兵指出，未来，产业应创造条件，让燃料电池国产化材料应用到更多电堆和车辆中，获得实际应用反馈，给上游提供相应的质量、性能以及整个产品的使用信息，以实现技术不断迭代。同时，进一步提升国产化研发和生产水平，为将来规模化应用后的全生命周期降本

提供重要支撑，助推我国燃料电池产品竞争力走到全球前列。

“总体来看，燃料电池行业整体处于产业快速发展、技术不断迭代提升阶段，产品性能持续提升和成本不断下降是燃料电池企业核心竞争力的体现。”卢兵兵说，“燃料电池企业需不断结合行业技术发展趋势以及下游客户的实际需求，持续加大研发投入，才能适时推出新产品和新技术，不断形成新的业绩增长点，从而长期保持竞争优势。”

工信部：开展工业节能诊断服务工作

中国电力报 2023. 7. 24

7月17日，工信部发布《关于组织开展2023年度工业节能诊断服务工作的通知》，推动企业节能降碳改造升级，加快工业绿色发展

诊断服务范围

重点选择钢铁、石化、化工、建材、有色金属、轻工、纺织、机械、汽车、电子等行业和数据中心等信息基础设施，由省级工业和信息化主管部门、中央企业集团分别组织节能诊断服务机构为中央企业、专精特新和“小巨人”等中小企业，开展公益性节能诊断服务

诊断服务内容

节能诊断服务机构应针对企业生产工艺流程、重点用能设备和公辅设施、余热余压等余能利用、能源管理体系建设、用能结构优化调整及能量系统优化等方面，查找短板弱项，提出技术、设备、管理等方面节能改造措施建议，为不同行业、不同发展阶段的工业企业节能降碳提出可复制易推广的解决方案。鼓励节能诊断服务机构对2021、2022年接受工业节能诊断服务的企业开展跟踪服务，摸清节能改造措施建议实施及进展情况等，系统评价节能改造效果

工作要求

1、加强组织协调

加强对重点行业领域节能诊断服务工作的组织和统筹协调，突出重点，精准服务，务求实效

2、强化过程跟踪

积极搭建节能技术装备推广、技术改造咨询服务等对接平台，组织开展典型案例分享和经验交流，促进行业、企业间交流互动，推动形成咨询、诊断、改造、评估的节能服务闭环

3、做好结果应用

做好节能诊断服务与“节能服务进企业”活动、工业节能监察、节能技术装备目录推广等工作的协同配合，积极组织推广共性节能技术装备和管理措施

我国已初步布局石墨烯全产业链

科技日报 2023. 7. 28

7月下旬，第三届中国（重庆）石墨烯产业发展高峰论坛在西部（重庆）科学城举行，包括4名院士在内的来自高校院所、科研机构和投资机构等的200余名代表，围绕石墨烯产业技术研究、最新成果和市场应用展开讨论。

中国科学院院士成会明从助力碳中和的视角出发，分析了石墨烯在太阳能、氢能等领域的可能应用。“当前，世界正在经历第三次能源革命，由化石能源转向可再生能源，其中太阳能格外丰富。石墨烯及其衍生物能够被用于制作钙钛矿太阳能电池，制成半透明电极、柔性基座、载流子运输调控层、离子迁移阻断层等组件。”

“可控、宏量制备是任何新材料发展的首要、基础和关键问题。”中国科学院院士刘云圻表示，为了支撑石墨烯产业发展，其制备需要满足高质量、无缺陷或缺陷调控、绿色环保、低成本等要求。

欧洲科学院院士冯新亮分析了石墨烯在光电、电磁、能源等领域的可能运用。同时，各专家、学者、企业代表讨论了以石墨烯为主的碳基新材料在固态储氢、锂电池、复合材料、农林业等领域的应用前景。

中国科学院重庆绿色智能技术研究院院长袁家虎表示：“我国石墨烯全产业链布局已见雏形，基本上覆盖了从上游原材料到石墨烯材料制备，再到下游应用的全环节。”

论坛上发布了《中国石墨烯产业发展竞争力指数（永安指数）2023》（以下简称《指数》）。《指数》通过3个一级指标、10个二级指标，分析了全国石墨烯产业的发展情况、主要特征和措施建议。

我国研制的电磁弹射微重力实验装置启动试运行

中国电力报 2023. 7. 26

由中国科学院空间应用工程与技术中心研制建设的4秒电磁弹射微重力实验装置日前启动试运行。此装置采用电磁弹射的方式在地面构建微重力实验环境，相关性能指标达到国际先进水平。

“充分有效的地面验证，是空间科学实验的前提和基础。地基研究能够大幅缩短实验周期，降低实验成本，提升空间实验成功率，是天基研究的重要补充手段。”中国科学院空间应用工程与技术中心电磁技术研究室主任张建泉介绍。

此装置采用电磁弹射系统将实验舱垂直加速到预定速度后释放，实验舱在上抛和下落阶段可为科学载荷提供时间4秒、水平10微克的微重力环境，同时，过载加速度不超过5倍重力加速度，实验间隔不大于10分钟。

“与单程落塔、抛物线飞机等传统微重力实验设施相比，此装置在实验效率、实验载荷力学强度要求、运行成本等方面具有较大的优势。”张建泉说。

传统单程落塔平均每天仅可做2至3次实验，抛物线飞机实验准备周期约2至3个月，而此装置可达到每天近百次实验的频率，准备时间仅1至2天；传统单程落塔在降落回收阶段，实验舱和实验载荷要承受约20倍重力加速度的冲击，常规科学仪器难以使用，而此装置中，实验舱的回收加速度可控制在3倍重力加速度左右，大部分常规科学仪器都可以用于实验。

在运行成本方面，此装置采用储能和电磁驱动技术，装置运行仅消耗电能，单次实验仅消耗1千瓦时电左右，便于开展大规模的科学实验。

据介绍，中国科学院空间应用工程与技术中心正在规划建设20秒电磁弹射微重力实验装置，力争为空间科学研究、载人航天、深空探测等提供高效便捷的地基微/低重力研究平台和技术验证条件。

8月起对锂离子电池组、移动电源实施 CCC 认证管理

中国电力报 2023. 7. 26

市场监管总局日前发布公告，自2023年8月1日起，对锂离子电池和电池组、移动电源实施CCC认证管理。自2024年8月1日起，未获得CCC认证证书和标注认证标志的，不得出厂、销售、进口或者在其他经营活动中使用。

根据市场监管总局的产品质量国家监督抽查结果，移动电话用锂离子电池合格率不足

90%，移动电源合格率一直徘徊在 60%至 80%之间。由于锂电池、充电宝本身所具有的化学特性，当产品生产工艺和结构不符合国家标准等技术要求时，或者在运输、使用环节，遭受极端高低温、严重磕碰、长时间过充等特殊情形，很容易发生热失控，造成电池鼓胀进而引发起火、爆炸、过热或者漏液等安全问题，直接危害人身健康安全。

强制性产品认证，也就是 CCC 认证，是我国政府根据有关法律法規要求和国际通行做法，按照市场化、国际化的原则对涉及人身健康安全的产品实施的市场准入制度。截至目前，CCC 认证制度共覆盖 16 大类 96 种产品，包括家用电子电器、汽车、玩具等涉及社会大众日常生活的消费类工业产品，在促进产品安全质量提升、保护消费者权益等方面发挥了重要作用。

国家光储实证实验平台发布年度数据成果

中国电力报 2023. 7. 25

7 月 13 日，由国家电投黄河公司建设运营的国家光伏、储能实证实验平台（大庆基地）2022 年度数据成果发布会在黑龙江省大庆市举办。会议聚焦平台前期建设取得的良好实践，共享光伏、储能实证实验数据，为国家制定产业政策、技术标准和构建新型能源体系提供科学依据及实证研究，助力中国“3060”目标实现。

国家光伏、储能实证实验平台（大庆基地）位于黑龙江省大庆市，是国家能源局批准的首个国家级光伏储能实证实验平台，平台以推动光伏、储能行业发展为目标，总建设规模 105 万千瓦，实证实验约 640 种方案，目前已完成一、二期项目建设，一期共实证实验方案 161 种，实证产品共 60 种，涉及 28 个制造厂商；二期共实证实验方案 111 种，实证产品共 73 种，涉及 30 个制造厂商，基本涵盖了国家光伏、储能行业的主流产品和具备推广应用的新产品。

此次数据发布为首个完整年度的数据采集与分析成果，针对光伏和储能设备、光储系统等方面进行了多维度分析和探索，形成了高纬度、寒温带地区的 265 项实证实验对比数据，基于 24 种不同典型天气，不同应用场景分析维度，实时监测产品和系统的 50 余项性能参数，积累了气象、组件、逆变器、支架、储能系统等大量客观全面科学精准的实验数据和结论。不仅验证了产品性能和技术方案，还取得了如雪地对于发电能力影响、超额定电流电压运行对产品寿命及安全性能影响等若干成果，将为国家制定光伏和储能新产品、新技术应用产业政策及技术标准等提供更为详实的科学依据，为中国乃至全球新能源行业技术进步发挥更大

作用、作出更大贡献。

光催化增强热电材料研究取得新进展

中国科学报 2023. 7. 26

西北工业大学教授李炫华团队提出利用光催化增强热电材料的多功能器件设计思路，解决了热化学电池长期面临的电解质离子大浓差难以构建的关键难题，实现了功能器件电能和氢能的协同制备，为未来多元化能源的有效开发和创新设计提供了核心关键技术。日前，相关成果发表于《科学》。

低品位热能广泛存在于环境和工业过程中，例如太阳能、地热能，以及车辆、电子元器件发热等。由于缺乏经济高效的能源回收技术，这部分能量基本被废弃。传统的热电技术在热功率方面存在限制，通常仅能提供较低的热功率。

热化学电池作为打破这一限制而提出的一种有效替代品，可以提供更高的热功率，达到每度每毫伏水平。理论分析认为，热功率与氧化还原离子之间的熵差以及电池冷热两端的离子浓度差有关。

李炫华团队基于热化学电池和光催化都使用氧化还原离子对的特点，提出了一个设想——通过光催化方法原位提高热化学电池离子的浓度差，并巧妙“共享”两种氧化还原离子对，从而增强热功率的输出。

研究团队构建了一个由 36 个单元组成的大面积光催化增强热化学电池，并在西安进行了实地测试。在室外光照 6 小时后，电池产生了 4.4 伏的开路电压和 20.1 毫瓦的功率，同时产生了 0.5 毫摩尔的氢气和 0.2 毫摩尔的氧气。这使得系统能够满足小型电子设备对电能的需求，同时为氢能生产提供了一种绿色、高效的解决方案。

《科学》同期发表了一篇观点文章，重点报道了该研究成果。观点文章中使用“第一步”“创纪录的热功率表现”“提供了基本设计原则”和“开辟了一条令人兴奋的新路线”等论述，对该研究工作给予高度评价，并指出光催化策略为热化学电池器件的优化提供了新见解，具有重要的指导意义。

发展地下抽水储能 为碳减排提供中国方案

中国科学报 2023. 7. 26

随着可再生能源装机的日益增长，我国对大规模储能系统的需求迅速增加。传统抽水储能的经济性和综合技术性方面是其他长时储能系统发展的标杆，但其资源却十分有限。

发展地下抽水储能是破解传统抽水储能资源不足的优选方案，既可促进可再生能源大规模消纳，也可释放我国过剩产能，并带动经济发展。

为此，笔者建议将发展地下抽水储能系统列入国家中长期重大发展战略。

解决大规模储能难题迫在眉睫

2020年9月，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上，向世界作出实现“双碳”目标的中国承诺。2021年3月，中央财经委员会第九次会议进一步指出：要构建清洁、低碳、安全、高效的能源体系，实施可再生能源替代行动，构建以新能源为主体的新型电力系统。

为实现碳中和目标，2060年我国太阳能和风能发电装机预计将达到80亿千瓦左右。由于太阳能和风能发电的出力具有随机性和波动性、光伏发电的出力具有昼夜周期性，为实现可再生能源规模化利用，我国必须大力发展储能系统，特别是削峰填谷的长时储能系统。研究表明，为实现对80亿千瓦太阳能和风能发电的有效消纳和利用，需要配置32亿~40亿千瓦的长时储能系统装机。

抽水储能具有削峰填谷、调频、调相、平移功率、事故备用和黑启动等多种功能，且经济性十分优越，因而被认为是建设以新能源为主的新型电力系统的最理想储能方式。研究表明，如果具有足够的抽水储能资源，建设支撑碳中和的新型能源电力系统就不存在较大的技术经济障碍。然而，我国传统抽水储能资源却难以满足发展需求。调查表明，我国具有较好经济开发价值的传统抽水储能装机约为4亿千瓦，经济性稍差但可以纳入储备开发的另有4亿千瓦，共计约8亿千瓦。因此，未来长时储能系统装机仍有很大缺口。

近年来，其他形式的储能技术发展迅速，但在规模、成本、技术成熟度、可靠性等方面很难与抽水储能形成竞争优势。锂离子电池安全性仍是业界关注的重大问题，随着其使用寿命陆续到期，今后大量电化学电池的报废处理将造成环境负担。因此，化学电池将主要定位于辅助调频服务或分布式储能。压缩空气储能是一个重要的发展方向，但要想具有经济开发价值就需要依赖廉价的储气室，目前主要利用废弃盐穴来保障储气室的经济性，但盐穴资源是有限的。

伴随火电机组的减负荷乃至部分退出，新能源装机容量占比不断提高，所需储能系统容量与新能源装机容量之比将大幅提升；同时，为了满足昼夜能量转移和削峰填谷的需求，储能系统的储能量也将大幅提升。

可以预见，在没有找到大规模储能的有效解决方案之前，今后可再生能源发展将面临瓶颈。此外，我国大型清洁能源基地主要分布在西北地区，如内蒙古、青海、新疆等，这些地区建设大规模传统抽水储能电站的资源十分稀缺，从而制约了当地电源侧储能的发展和清洁能源的外送。

发展地下抽水储能是破解难题的优选途径

既然抽水储能是最为理想的储能方式，那么只要我们设法解决传统抽水储能的资源不足问题，就消除了实现“双碳”目标的重大障碍。为此，笔者经过系统研究和调查，提出利用硬岩掘进机在地下 1000 米左右埋深挖掘隧道作为下库、依托地面水源建设上库的方式发展地下抽水储能系统的方案。我国地下 1000 米深度大多为岩石结构，除地震带外，地质结构相对稳定，适合发展地下抽水储能的资源十分丰富。

建设地下抽水储能系统涉及的工程和技术难点主要包括地下埋深约 1000 米的地下工程建设施工、1000 米级的高水头水泵水轮机以及用于调频的变速抽水储能用电动/发电机。

自本世纪以来，我国地下挖掘技术和地下工程建设技术取得了长足发展，为建设地下抽水储能电站奠定了坚实基础。例如，我国自主研发的大口径硬岩掘进机（TBM）总体上已处于国际领先水平，价格与以前从国外进口的同类装备相比大幅下降。2021 年 9 月 7 日，中国制造的全球最大直径全断面硬岩掘进机“高加索号”在格鲁吉亚组装完毕并投入使用，表明我国在 TBM 方面已经达到一个新高度。在我国隧道引水工程建设中，如引汉济渭等工程，采用硬岩掘进机开挖引水隧道已成为主要施工方案。这些工程装备制造和实际工程建设成果充分说明，利用地下空间建设地下抽水储能电站不存在技术和施工障碍。

当前，在 1000 米级高水头水泵水轮机方面，美国通用电气公司和奥地利安德里茨公司均具备生产此类设备的能力；我国东方电气和哈尔滨电气也具备了制造 700~750 米级高水头水泵水轮机的能力。在变速抽水储能用电动/发电机方面，日本已经实现了 30 万~40 万千瓦机组的产业能力。我国虽与国际领先水平有所差距，但随着对相关机组的技术攻关以及需求的不断增长，可以迎头赶上。

在经济性分析方面，日本的研究证明了在 800 米以上高水头的情况下，地下抽水储能系统的经济性与传统抽水储能基本相当。新加坡设想利用废弃采石场作为上库，在花岗岩地层人工挖掘下库和厂房，建造地下抽水储能电站。经核算，其投资与相同规模的燃油电厂相当，

用于电网调峰很有竞争力。为了解决莫斯科市的供电问题,俄罗斯提出在莫斯科市修建地下抽水储能电站的方案,其总功率为100万千瓦,投资预算为700美元/千瓦,与传统抽水储能电站建设成本基本相当。加拿大北岸电力公司联合AECOM咨询公司,对美国威斯卡西特地下抽水储能工程进行了可行性论证。该工程装机容量100万千瓦,地下水库和厂房位于地下600米深处,容量约为560万立方米。评估研究表明,该工程实施具有可行性。

我们的研究表明,建设一座200万千瓦/4~5小时的地下抽水储能电站,假设其埋深约为1000米,其地下水库和厂房的基础设施建设周期大约为5~6年,总的建设周期大约为8年,与传统抽水储能电站建设周期基本相当。经估算,整个地下抽水储能电站的地下土木工程造价约55亿元,工程总造价约为150亿元,平均投资约为7500元/千瓦,与传统抽水储能系统造价的中高位数相当。由此可见,我国地下抽水储能电站建设的经济性和建设工期,均可达到与传统抽水储能电站相当的水平,为大规模发展地下抽水储能提供了保障。

对新能源产业和实体经济影响重大

按照现有新能源装机容量的增长趋势和电网对规模化储能系统的需求,保守估计,到2060年,我国实现碳中和所需规模化储能系统将不低于新能源装机总容量的40%,甚至可能达到50%,这意味着我国将有32亿~40亿千瓦的大规模储能系统需求量。

如前所述,我国有一定经济性的传统抽水储能资源约为8亿千瓦。考虑到水电站、集中式电动汽车换电站和灵活电解水制氢站等可部分用作储能,最多相当于10亿千瓦储能装机。因而,还有14亿~22亿千瓦以上的储能容量需求空缺需要通过其他储能方式来弥补。地下抽水储能系统可以很好地为填补这一缺口提供解决方案。

按照一座地下抽水储能电站地下隧道总长40公里、每座电站装机200万千瓦计算,我国大概需要建地下抽水储能电站700~1100座。按照地下抽水储能工程7500元/千瓦的建设成本估计,可以直接带动10万亿~16万亿元投资。这既能促进可再生能源的大规模消纳,又可大量释放我国过剩的传统产能,让传统产能和中国基建优势为“双碳”目标的实现作出重大贡献。这在当今需要提振内需以拉动经济增长的背景下,具有重大战略意义。

全面实现地下抽水储能系统关键技术、装备制造和工程设计、建设、运维等成套技术体系,促进地下抽水储能系统在我国乃至全世界的推广应用,可为我国打造高铁之外又一张新名片。

加快实施地下抽水储能工程的建议

为加快实施地下抽水储能系统工程,笔者提出以下建议。

首先,设立地下抽水储能重大科技项目,由国家综合性权威科研机构牵头会同有关部门

和企业对地下抽水储能系统进行进一步的详细工程可研论证，并系统调查分析我国地下抽水储能的资源分布和未来需求，为合理布局地下抽水储能电站奠定基础。在以上论证基础上，进一步提升地下工程建设装备的制造能力和水平；经过 10 年左右的攻关，全面攻克高水头地下抽水储能系统的关键技术和关键材料，形成关键设备的制造能力、地下工程设计和施工以及地下抽水储能电站运维能力，建设规模适度的示范工程，为全面推广地下抽水储能系统奠定基础。

其次，结合我国可再生能源资源分布和负荷资源分布，确立地下抽水储能系统中长期规划方案，在源侧、网侧、负荷侧构建地下抽水储能系统网络，支撑大规模新能源消纳和新型电力系统建设。同时，还可根据已有地下引水工程和国家水网工程发展规划，因地制宜开展地下抽水储能电站建设并和灌溉工程有机结合；积极拓展地下抽水储能的国际业务，输出相关技术、装备和劳务，为全球碳减排提供中国方案。

钠电池将迎来快速发展期

——大力发挥钠离子电池产业化体系研究的支撑引领作用

中国电力报 2023. 7. 28

“钠离子电池具有资源丰富、分布广泛、成本低、安全等优势。作为一种新型高效的储能技术，与锂离子电池形成互补，世界各国都在大力发展和储备钠离子电池技术。”中关村储能产业技术联盟常务副理事长俞振华 7 月 14 日在无锡举办的第二届钠离子电池产业链与标准发展论坛上强调。钠离子电池分别在电源、基站、储能、电动自行车、数据中心与低能耗的工业叉车等部分领域实现了初步的小规模化示范性应用，钠离子电池行业将迎来快速发展期。

强化标准提速钠离子行业发展

当前，我国钠离子电池产业化进程提速，政府高度重视钠离子电池的研发推广，在《“十四五”新型储能发展实施方案》中已明确指出，要开展钠离子电池、新型锂离子电池、液流电池等关键核心技术、装备和集成优化设计研究。在此背景下，今年 1 月，工业和信息化部等六部门联合发布《关于推动能源电子产业发展的指导意见》中提出，要加快研发钠离子电池等新型电池，加强钠离子电池技术攻关和推进产品规模化应用，同时加强钠离子电池标准体系研究。

钠离子电池正处于关键的发展初期，为了深入推进我国钠离子产业领域标准体系建设，更好地发挥标准对产业发展的支撑引领作用，国家市场监督管理总局标准技术管理司在标准化工作方面不遗余力。

国家市场监督管理总局标准技术管理司（以下简称“标准技术管理司”）处长刘大山介绍，标准技术管理司从三方面积极推进钠离子产业标准化工作，一是在钠离子电池领域积极落实《国家标准化发展纲要》的有关部署和要求，推动标准化与科技创新互动发展，加强钠离子电池产品、材料等关键技术领域的标准研究，同步部署技术研发、标准研制与产业推广，加快钠离子产业化步伐。二是持续系统把握产业发展需求，鼓励开展钠离子锂电池领域的基础及相关产品标准的制定。三是推动先进标准走向国际，助力产业领跑全球。标准促进了世界互联互通，促进了国际贸易往来。当前在国际上尚未系统开展钠离子电池领域的标准化工作，我国在这方面标准化研究已经走在了前列。

已具备规模产业化条件

近年来，钠离子电池凭借其成本优势和性能优势，发展明显提速。俞振华介绍，钠离子电池在储能领域开始示范性应用。2022年10月，三峡能源安徽阜阳建设300兆瓦/600兆瓦时储能项目，其中包括30兆瓦/60兆瓦时钠离子电池储能单元，这是当前国内最大规模的钠离子电池储能项目，相较此前投运的中科海钠1兆瓦时钠离子电池储能示范项目而言规模大幅提升。此外，广西、深圳、山西、河南等地的能源领域规划性文件中均提及要开展钠离子电池在储能领域的应用示范项目。

在会上，中国电子技术标准化研究院安全中心与中关村储能产业技术联盟共同发布《2023年钠离子电池产业研究报告》。

由于钠离子电池和锂离子电池原理、材料、制造方面具有一些共通性，传统锂离子电池企业能够凭借资金优势和现有市场优势快速切入到钠离子电池产业链。

比亚迪储能及新型电池事业部总经理尹小强介绍说：“从大规模应用生产工艺来看，不管是材料方面，还是电池制造生产流程，钠离子电池不管是聚阴离子，还是层状氧化物，均与锂离子电池产业链非常相似，这是钠离子电池具备快速大规模产业化非常重要的条件。”据悉，通过对正极、负极、电解液和隔膜纸等关键技术的创新，比亚迪率先实现了先进钠离子电池产业规模化应用的突破。（许婷）

三、碳达峰、碳中和

法国加快航空业低碳转型

人民日报 2023. 7. 26

法国政府近日宣布，为推动航空业低碳转型，将在 2024 年至 2030 年间每年投资 3 亿欧元，以支持开发更节能的飞机发动机、使用新型复合材料和设计新型飞机等。同时，政府还将投资约 2 亿欧元用于航空生物燃料开发。

航空业及相关产业在法国经济中占据重要地位，目前法国在航空航天领域拥有 4000 多家公司，共有约 20 万名从业者。近年来，法国加快推进该行业低碳转型，将其视为实现再工业化和生态转型等经济目标的重要举措。此前，法国政府提出要打造全球领先的低碳航空运输和能源转型航空业。在 2020 年公布的为期两年、总额 1000 亿欧元的法国经济复苏计划中，就包括对该领域 15 亿欧元的投资。2021 年，法国政府公布“法国 2030”投资计划，又提出要在 2030 年左右生产出第一架“绿色飞机”，并将为此筹集 12 亿欧元，支持低排放飞机研发，并建立可持续燃料生产部门。

在今年 6 月举办的巴黎—布尔歇国际航空航天展览会上，以“可持续航空”为主题的“巴黎航空实验室”介绍了航空业脱碳的主要发展方向，多家法国企业展示了最新技术进展。如法国一家飞机座椅制造商推出的第二代超轻座椅可实现减重 35%；泰雷兹集团的新一代飞行管理系统则通过优化飞行路径，帮助航空公司减少运营过程中的碳排放。

在诸多技术方案中，可持续燃料被视作航空脱碳的重要手段。有数据显示，2022 年全球可持续燃料总产量约 25 万吨，占航空业所需燃料总用量的不到 0.1%。欧盟希望到 2030 年将这一比例提高到 6%，到 2050 年提高到 70%。法国能源企业道达尔集团日前宣布，到 2028 年将可持续燃料的年产能提升到 50 万吨，以实现欧盟对可持续燃料的发展目标。

据媒体报道，法国政府将资助在西南部的拉克市建设一家可持续燃料工厂。项目预计于 2028 年投产，将主要利用林业残留物和木材废料等生产生物燃料，作为对航空燃油的补充。此外，政府还承诺额外为航空领域初创企业提供 5000 万欧元用于开发小型混合动力、电动或氢动力飞机。

空中客车直升机公司负责人兼法国民用航空研究委员会主席布鲁诺·埃文表示：“到 2050 年实现航空业碳中和是一项巨大的挑战，涉及该行业整个生态系统，需要大量投资。目前法国航空业正在讨论超过 100 亿欧元的研发投资，为最终实现这一目标做准备。”

六措并举提升发电企业参与碳市场能力

中国能源报 2023. 7. 3

当前，碳排放权交易等碳定价机制正在越来越多的国家及地区推广和发展。我国将碳排放权交易市场建设作为以市场化机制深化生态文明建设、实现碳达峰碳中和目标的重要政策工具，并于2021年7月16日，以发电行业为突破口，开启了全国统一碳排放权交易市场。全国碳市场首个履约期纳入2162家发电企业（含自备电厂），年度覆盖二氧化碳排放量约45亿吨，一跃成为全球覆盖碳排放量最大的碳市场。截至2023年6月，全国碳市场累计成交碳排放配额约2.4亿吨，成交额突破100亿元，有效助推了经济社会绿色低碳高质量发展。

作为碳市场的基本参与主体，发电企业参与碳市场能力的高低不仅关系到企业的经营与发展，也事关碳市场的健康稳定发展。一方面，由于发电企业碳排放数据涉及的链条长、环节多，特别是对煤样“采、制、存、送、检”的管理能力参差不齐，部分企业碳排放数据质量隐患依然存在。另一方面，不同地区发电企业能效碳效水平差异较大，加之燃气机组、非常规燃煤机组应用场景复杂多样，一些企业碳排放配额清缴履约成本问题日益突出，且随着碳排放基准收紧、碳价持续上涨，碳排放配额缺口问题或将长期化严重化，对企业生产经营和可持续发展的约束效应将进一步显现。

产生上述问题的原因是多方面的，需引起高度重视。从发电企业的角度看，一些企业从决策层、管理层到执行层，普遍存在信息不足、理解不全、执行不力问题，仍以传统思维和工作方式应对碳市场。部分企业碳排放管理、碳资产经营链条未完全打通，工作统筹、要素调动、协同联动明显不足。一些企业未制定碳排放管理规章制度或已制定的制度缺乏针对性、可操作性，未建立针对碳市场的高效领导工作机制，在岗人员业务水平、专业技能与碳资产管理需求不匹配，财务会计制度不适应碳市场交易需要。部分企业煤样“采、制、存、送、检”全过程管理不规范，煤耗、供热等计量监测不符合《企业温室气体排放核算与报告指南发电设施》要求。此外，碳资产托管等商业模式不成熟，市场综合服务能力与企业需求存在差距，制约了企业利用外部资源提升碳市场能力的积极性。

面向碳达峰碳中和目标愿景，建议发电企业紧扣全国碳排放权交易市场建设动态和发展导向，直面自身存在的短板弱项和堵点难点，统筹兼顾短期与远期、内部与外部、治标与治本、降本与增益，以碳排放精细化管理为抓手、碳效率结构性提升为核心、碳资产市场化经营为导向，开展企业参与碳市场能力提升行动，切实降低碳市场交易成本和履约成本，管好、盘活碳资产，实现扭亏为盈和保值增值。

一要强化认识，将碳市场工作摆在突出位置。企业应及时学习掌握碳市场大政方针和发展规划，将碳市场工作、碳资产经营管理列为重要议事日程，纳入企业生产经营管理各方面和全过程，加强组织领导和人力资源配置，及时研究部署和推动碳市场工作，推动制定以碳排放数据质量管理、碳排放配额履约成本控制为重点的碳市场能力提升办法，明确目标任务和责任清单。管理层应加强碳市场政策跟踪学习，明确计划、采购、生产、化验、能源、环境、财务、人力资源等职能部门的碳市场相关工作目标和任务清单，细化制定符合碳市场管理要求的规章制度和操作规程，增强沟通、协调和管理能力，加强培训教育、督促检查和审核把关。执行层应系统学习和严格落实碳市场相关政策文件、标准指南和企业制度，熟悉碳市场相关数据填报、注册登记、交易、结算等系统平台操作方法，按照时间节点和操作规程做好计量监测、记录存档、数据分析、信息填报、核算报告、交易履约、信息披露等工作。

二要定章程，夯实碳市场能力提升制度保障。对标碳市场建设政策文件和技术指南，形成“全过程、全要素、多维度”企业碳排放管理制度，明确碳排放数据质量管理、碳市场交易、配额清缴履约的工作职能、基本流程、时间节点等，积极探索建立碳排放权授权交易机制。调整优化既有制度，统一企业生产、能源等数据采集和统计月度周期制度，完善生产管理、能源管理、环保管理、财务管理等相关制度，实现与碳排放管理、碳市场交易政策要求的有效衔接。及时细化能源消费和产品计量、计量仪器仪表校准维护、记录台账档案等专项管理制度，制定并严格执行碳排放数据质量控制计划；及时细化明确燃料“采、制、存、送、检”操作规程，制定并严格执行关键参数检测的采样、制样方案，确保责任明确、节点清晰、要求细致。

三要建机制，激发碳市场能力提升内生动能。建立完善企业碳市场工作推进机制，成立专门的领导机构，依托既有职能部门强化碳市场工作、碳资产管理或新建碳资产管理职能部门，加强统筹协调、工作计划、日常调度和督促检查。整合设立碳排放管理岗位，建立涵盖碳排放监测员、碳排放核算员、碳排放交易员、碳管理工程技术人员且规模合理的碳排放管理专业团队，提升碳排放管理能力和水平。创新人才引进和梯次培养机制，坚持外部引进与内部培养相结合，推动能源环境管理等岗位人员转岗转型，稳定碳排放管理人员队伍，制定实施碳排放管理人员培训计划，建立“传帮带”机制，实施培训上岗，提升相关岗位竞争性和吸引力。完善企业碳排放管理考核激励机制，将数据质量、节能降碳、履约成本等指标纳入经营管理绩效考核和人力资源管理体系，形成企业内部碳市场能力提升的长效驱动机制。

四要提能力，提升碳市场全链条管理能力。一方面，要提升监测能力，推动燃料机械自动采样取代人工采样，加强能源计量及计量仪器仪表校准维护，实施供热参数全覆盖计量，

规范燃料“采、制、存、送、检”全过程管理，确保记录台账档案的一致性和规范性。另一方面，要提升核算能力，重点加强碳排放量、配额盈缺率核算研判，开展关键数据交叉核验，动态评估单位发电煤耗、单位发电碳排放等参数的合理性，及时发现异常数据情况并推动问题整改。同时，要提升填报能力，做好月度信息化存证报送工作，及时推动补正问题整改。此外，还要提升交易能力，加强配额盈缺和市场行情跟踪分析，前瞻安排资金预算，积极参与碳排放权和温室气体自愿减排交易。最后，要提升履约能力，实施兼顾短期和中长期、交易与非交易、治标与治本相结合的履约策略，按时足额开展碳排放配额清缴。

五要防风险，促进企业可持续高质量发展。首先，要防范样品检测风险，规范煤样缩分样采集和制作，完善送检时间、采制样记录、样品送检记录、样品邮寄单据及支付凭证留存等要求，确保委托的检验检测机构具备相应资质及检测能力，且出具检测报告参数齐全、要素完整。其次，要防范供热计量风险，全覆盖计量锅炉主蒸汽、给水、供热（蒸汽/热水）或供热回水的流量、温度和压力，以满足供热量、供热比计算要求。再次，要防范财务管理风险，结合历史年度同类机组的碳排放基准及其变化态势，分析预测预警碳排放配额盈缺量、盈缺率，提前申报预算和筹措资金，优化交易授权机制和工作流程，避免错过市场交易窗口期。最后，还要防范成本叠加风险，有计划实施分散交易和储备碳排放配额，研究制定节能降碳技术方案，逐步组织实施节能降碳工程，结合企业实际论证发电机组对外供热、热电联产机组停止发电或发电机组清洁替代的可行性和实施路径。

六要借外力，善用社会化市场化服务资源。要强化政企互动，积极参加各级主管部门举办的碳市场培训活动，参与碳排放管理员、碳管理工程技术人员国家职业技能培训，及时理解和掌握碳市场最新政策和技术规范。积极“走出去”和“引进来”，学习节能降碳标杆企业的先进经验，引进和推广节能低碳先进适用技术，提升自动化数字化智慧化水平。探索引入第三方专业服务模式，建立碳咨询、检验检测合作伙伴关系，探索引进碳资产托管模式，实现内外部资源优势互补。同时，积极参与气候投融资机制，合理开展碳资产抵质押贷款，拓展企业融资渠道。配合做好节能诊断、能源审计、清洁生产审核、能源管理体系认证等工作，借助专业力量持续挖掘企业能效碳效提升潜力。

液冷技术让数据中心降温又降碳

6月28日，中国移动董事长杨杰在上海世界移动通信大会上指出，中国移动既是技术发展的推动者，也是产业合作的受益者，为推动算力在物理空间、逻辑空间、异构空间及多主体间融通发展，中国移动正开创性地部署算力网络，建设新型智算中心，努力为用户提供方便快捷、即取即用的算力服务。

算力需求井喷，数据中心作为承载数据的关键，为我国数字经济的高质量发展提供了核心驱动力，而促进数据中心的绿色低碳和可持续发展也已成为“不可逆”的大趋势。液冷技术凭借其在制冷方面节能降碳的突出优势，成为数据中心建设的重要选择。中国移动、中国电信、中国联通在此前发布的《电信运营商液冷技术白皮书》（以下简称《白皮书》）中倡议，业界应携手解决当前液冷技术和产品接口规范标准不够完善、原创技术不够成熟、产业生态不够健全等系列问题。随着我国数字经济转向深化应用、规范发展、普惠共享的新阶段，电信运营商将逐渐成为液冷生态的主导者、设计者、构筑者，推进液冷产业生态逐渐成熟。

数据中心进入“液冷时代”

如联想集团副总裁、中国区首席市场官王传东所言，数据中心是数据流动、接收、处理、存储和转发的“中枢大脑”，传统风冷技术已无法满足数据中心日益增长的散热需求。

中国移动计划建设部副总经理商亮指出，在5G等新技术的快速普及下，数据中心已成为数字经济发展的关键基础设施和重要支撑，在技术、政策、需求等多重力量推动下，传统数据中心正加速与网络、云计算融合发展，向新型数据中心演进。

华为数据中心集成解决方案首席专家迟九虹强调，数据中心机架年均增速超过30%，已成为赋能千行百业的重要“数字底座”。

以“东数西算”工程正式启动为标志，数据中心的建设规模和数量快速增长，庞大的设施体量以及日益增长的算力需求，使得液冷几乎成为未来新型数据中心建设的“唯一选择”。

2008年，IBM发布液冷超级计算机Power575，液冷技术初登场。2012年，联想发布温水水冷技术。在今年的上海世界移动通信大会上展示的第6代温水水冷技术，已实现了对中央处理器、图形处理器、内存以及电源等关键部件的全水冷散热设计。

虽然液冷技术已经发展了近20年，但产业爆发的“拐点”却出现在最近两三年。我国虽然起步稍晚，但发展进程基本与世界同步。

2011年，中科曙光率先开始了服务器液冷技术研究；2013年推出了首台冷板式液冷服务器原理机和首台浸没式液冷原理验证机，2019年实现了全球首个刀片式相变浸没液冷技术大规模部署。

根据赛迪顾问的预测，逐渐增长的数据中心算力将推动高功率单机柜快速普及，预计

2025 年全球数据中心平均功率提升至 25 千瓦，液冷变革势在必行，数据中心也将进入“液冷时代”，预计 2025 年中国液冷数据中心的市場渗透率将达到 20%以上。

液冷技术有多条发展路线

数据中心是“数字经济的发动机”，也是能耗居高不下的“电老虎”。以功率密度为 2.5 千瓦的标准机架计算，机架规模在 10000 以上的超大型数据中心，每年的耗电量为亿度级别，其中因散热而消耗的电量占据了很大比例。相较于传统的风冷系统，液冷技术的出现从根本上改善了主设备的散热形式，更能满足高密机柜芯片级精确制冷，具有更节能、更节地、噪声低等优点。

按照《白皮书》的梳理，国内目前主要的液冷技术路线分别为冷板式、浸没式和喷淋式。

冷板式液冷是指采用液体作为传热工质在冷板内部流道流动，通过热传递对热源实现冷却的非接触液体冷却技术。在冷板式液冷系统中，服务器芯片等发热器件不直接接触液体，而是通过装配在需要冷却的电子元件上的冷板进行散热。浪潮信息数据中心产品部副总经理李金波指出，冷板式液冷利用冷板中流动的冷却液进行非接触式散热，对现有服务器芯片组件及附属部件改动量小，是目前应用较早且技术成熟度较高的一种液冷散热方案。

浸没式液冷是将服务器完全浸入冷却液中，全部发热元件热量直接传递给冷却液，再通过冷却液循环流动或蒸发冷凝相变进行散热。其中，冷却液循环流动的方式为单相浸没式液冷，冷却液蒸发冷凝相变的方式为相变浸没式液冷，相变浸没式液冷控制更复杂、要求更高。

浸没式液冷相对创新性较强，但验证性不足。单向浸没式液冷的冷却液流速会非常慢，相变浸没式液冷则会存在气和液的承压问题，在技术的可靠性方面仍需要验证。此外，浸没式液冷使用的冷却液不导电，但仍需要对冷却液做持续的干燥处理。

喷淋式液冷则是用冷却液直接喷淋芯片等发热单元，通过对流换热进行散热，一般不需要对数据中心的基础设施进行大幅度改动。

液冷技术产业化任重道远

数据中心液冷市场创新极为活跃，关于浸没式、冷板式、喷淋式等多种液冷技术孰优孰劣的讨论此起彼伏。虽有“路线之争”，但无论选择哪种技术路线，成本仍是横在液冷技术普惠面前的拦路虎，据业界测算，目前液冷数据中心的初期建设成本比风冷要高出 10%左右，需要 1.5 年才可实现总拥有成本与投资回报的平衡。

此外，《白皮书》还指出，当前液冷技术存在生态不完善等问题。各家产品形态各异，产品规范化程度较低，难以标准化、规模化推广应用。

谈及当前液冷技术产业化所面临的挑战，浪潮信息服务器产品线总经理赵帅特别指出，

液冷技术非常复杂，涉及液冷数据中心系统架构层、液冷部件及接口层、液冷基础设施层（液冷机柜、组件、换热设备、室外集成冷源等）、液冷监控系统层等多方面，产业链各企业技术路径多种多样，产品规格千差万别，想要对液冷技术进行标准化适配和部署的难度很大。

一个现实的问题是，液冷技术虽然诞生较早，但此前一直处于小规模部署阶段，众多链条企业尚依靠“作坊式生产”的方式完成产品及服务交付，难以形成规范化、规模化发展态势。

赵帅说：“业界积极拥抱液冷，对液冷转换的条件提出了更高的要求，液冷产业化推进变得至关重要，需要具备高度资源整合能力的链主企业牵头推进，产业生态才能有序发展。”

为此，浪潮信息投资建设了天池液冷基地，其核心目标是打通整个产业链，让液冷的生产制造从过去的“单兵作战”转变为可批量化、可复制化、可规模化的生产方式，最终在 2025 年实现“风液同价”。如今，年产能超 10 万台的天池液冷基地已是亚洲最大的液冷基地，为液冷产业提产能、扩规模打造了成功的样板。

前有液冷制造领域的“灯塔工厂”牵引，后有电信运营商集体入局，液冷行业良性发展已有目标可循。按照《白皮书》给出的三年愿景：2023 年开展技术验证；2024 年开展规模测试，新建项目 10% 规模试点液冷技术；2025 年开展规模应用，50% 以上项目应用液冷技术，推进形成标准统一、生态完善、成本最优、规模应用的高质量发展格局。

氢对钢铁行业深度脱碳起决定性作用

中国能源报 2023. 7. 3

近日，自然资源保护协会（NRDC）发布的《面向碳中和的氢冶金发展战略研究》（以下简称《研究》）中提出，当前主流的长流程钢铁冶炼工艺是以煤炭作为主要能源和还原剂，生产过程中必然产生大量的二氧化碳。当前传统工艺技术创新改进难以实现深度脱碳，氢冶金是替代碳还原最为可行的途径，将对钢铁行业深度脱碳乃至“净零碳”起到决定性作用。

作为支撑我国国民经济发展的基础性行业之一，钢铁行业是“双碳”目标下工业绿色发展的重要领域，其碳排放总量占全国的 15% 左右，是占比最高的制造业。推动“碳冶金”向“氢冶金”转变，有望进一步加快绿色低碳转型，助力氢能与钢铁产业“双赢”发展。

■已有顶层设计

《研究》指出，我国钢铁工业生产流程以长流程为主，占比达 90%以上，短流程占比 10%，直接还原铁流程基于天然气储量比较小，直接还原铁流程非常少。从碳排放强度来看，长流程吨钢碳排放强度在 2 左右，是废钢短流程的 4 倍，是直接还原铁流程的 2 倍。

“通过对行业和工艺现状机理的综合分析，我们意识到，基于现有工艺流程，如果依托钢铁工业现有生产工艺难以实现行业碳中和，必须寻求减煤降碳降焦、能大幅替代化石能源的新型冶炼工艺。因此，基于氢冶金和绿色能源颠覆性冶炼技术将成为钢铁行业低碳发展的重要方向。”冶金工业经济发展研究中心低碳研究所所长陈瑜指出。

对于发展氢冶金，国家层面和行业层面已经有顶层设计，在工信部等三部委联合发布的《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》以及“1+N”政策体系中《工业领域碳达峰实施方案》和《减污降碳协同增效实施方案》都明确加强氢冶金、富氢冶炼等示范应用。在《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》中也将氢冶金作为重要的下游应用领域。

钢铁行业和企业积极行动，在氢冶金技术应用和研发方面已取得一些进展。2022 年，中国钢铁工业协会发布《钢铁行业碳中和愿景和低碳技术路线图》，提出钢铁行业低碳共性技术清单，涵盖富氢与全氢气直接还原技术、富氢碳循环高炉技术、氢机熔融还原技术这三大氢冶金相关的重要领域。此外，中国宝武、鞍钢集团、河钢集团等大型钢铁企业都将氢冶金作为其中重要的降碳技术路径，先后发布各自的低碳路线图。

■ 依赖氢能发展进程

绿色经济化制氢和安全规模化用氢是发展氢冶金的关键因素。《研究》指出，“以氢代碳”的富氢或全氢冶金，大规模经济化的氢源是基础。目前我国氢气产量约为 3300 万吨，主要以化石能源制氢和工业副产氢为主，煤制氢和天然气制氢占比近 80%，焦炉煤气、炼厂干气等工业副产氢占比约 20%。

“氢冶金能否对钢铁行业碳中和起到关键支撑作用，一定程度上取决于绿氢是否能够实现稳定且经济的供应，通过使用可再生能源制造绿氢，例如通过多种可再生能源互补进行电解水制氢，全过程没有碳排放，是未来发展方向。”陈瑜分析认为，“但是目前绿氢成本高、技术壁垒高难题尚未解决，因此在近中期的示范阶段，建议钢铁企业可以充分利用各类工业副产氢实现就近消纳，在中远期，行业将依赖于氢能的发展和布局，利用光伏、风能、水电等绿电电解水制氢，支撑我国钢铁工业的氢冶金低碳化转型。”

世界钢铁协会副总干事钟绍良说：“以前，氢气在钢铁行业并不是一个重要角色，属于中间能源介质，大部分企业此前将氢气直接燃烧，最近才把它提炼出来作为还原剂使用。事实上，在当前的转型过渡阶段，氢在钢铁行业更多仍是以热源+还原剂形式出现，但氢能

够扮演纯粹的还原剂角色应是未来业内所盼。”

中冶京诚工程咨询部总经理、氢能事业部负责人李传民也认为，氢参与还原要超过 50% 才算氢冶金，如果小于 50% 则仍是以碳还原为基础。实际应用过程中，氢含量高将提高还原效率，今后要达到全氢水平，在技术上和材料上应该都没有特别大的障碍。

《研究》进一步指出，氢能规模化、安全、经济储运是另一个关键因素。目前运氢方式最为成熟的是采用高压长管拖车，低温液氢运输的关键设备技术已实现国产化。陈瑜指出，需要注意的是，目前可再生能源分布的区域没有足够的钢铁需求量支持，如果以制绿氢作为氢源供应氢冶金，需要西氢东输这样的配套工程来支持东部沿海区域钢铁产业绿色化发展。

■寻求更多资金支持

《研究》指出，基于氢的新冶金工艺替代传统化石能源的生产工艺，所需的工艺流程开发投资十分巨大。李传民强调，氢冶金工程投资大，在钢铁行业盈利能力比较薄弱的情况下，大规模投资能否取得足够的经济效益是行业面临的考验。

同时，经济性是制约钢铁行业氢冶金推广发展的又一关键因素，随着技术进步，制氢成本逐渐降低，企业为碳排放支付一定费用时，氢冶金才能显示出成本优势。《研究》建议，钢铁行业纳入全国统一碳市场，统一基准值，以行业当前的吨钢碳排放强度为基准，以各时间节点减排幅度为目标，结合行业低碳发展目标及氢冶金等战略路径，科学合理地减少免费配额占比。

目前氢冶金技术处于发展初期，很多技术都处于研发攻关阶段，难以预计降碳收益。《研究》建议，行业主管部门就钢铁产业脱碳发展设计专项财税政策，针对成熟技术、前沿技术分别设定考核指标，给予氢冶金及其他前沿颠覆性技术的研发和试点在信贷总量、支持方式和利率上更多支持。

钟绍良强调，事实上，在欧洲、日韩等国家和地区，氢冶金行业初期发展得到政府和金融机构大力支持，目前国内几乎没有专项资金支持，因此在尽快将钢铁行业纳入全国统一碳交易市场的同时，应争取绿色金融支持。同时，可以建立氢冶金发展联盟，联合制氢、储氢、用氢单位及金融机构，共同研究攻坚氢冶金技术。

我国最长二氧化碳输送管道投运

科技日报 2023. 7. 12

7月11日，科技日报记者从中国石化新闻办获悉，我国首条百万吨、百公里高压常温密相二氧化碳输送管道——“齐鲁石化—胜利油田百万吨级CCUS项目”二氧化碳输送管道正式投运，标志着我国首次实现二氧化碳长距离密相管输，对推动我国CCUS（二氧化碳捕集、利用与封存）全产业链规模化发展具有里程碑意义。

该条管道全长109千米，每年可将170万吨齐鲁石化生产捕集的二氧化碳输送到胜利油田的地下油藏进行驱油封存。

CCUS是应对全球气候变化的关键技术之一，受到世界各国的高度重视，纷纷加大研发力度，在二氧化碳驱油等方面取得进展。

上述项目经理、中国石化胜利石油管理局有限公司副总经理舒华文向科技日报记者介绍，二氧化碳管道运输在运输规模、成本和社会效益方面具有明显优势，是实现陆上大规模、长距离、低成本运输的首选。目前，我国二氧化碳管道运输尚在起步阶段，现有少量短距离、小规模、低压力气相二氧化碳输送管道，运输方式仍以低温储罐公路运输为主。

今年初，北京理工大学发布《我国CCUS运输管网布局规划与展望》报告认为，要实现碳中和目标，全国需建设总里程超过1.7万千米的二氧化碳运输管道。上述管道的投运将为我国大规模二氧化碳管道输送起到示范引领作用。

据了解，该项目攻克了二氧化碳管输流动保障、安全控制和基于相态控制的投产运维技术等三项核心技术，研发了液相二氧化碳管输增压泵、高效二氧化碳密相注入泵2项关键装备。

与油品管道相比，二氧化碳管道的安全输送、设计施工、特殊措施难度更高。国内没有二氧化碳高压常温密相输送的先例，为了防止二氧化碳泄漏后造成低温伤害，管线需要埋在2米的地下。同时，为防止低温带来的土壤冻胀和环境损害问题，该项目选择常温液态输送工艺，需要保持足够的压力。因此，该管道首次使用了具有自主知识产权的国内首台套大排量增压泵，压力高达12兆帕，同类型的燃气管道仅需要0.7兆帕，相当于指甲盖大小的面积承受了120公斤的重量。

自2022年8月宣布投产以来，“齐鲁石化—胜利油田百万吨级CCUS项目”主要采用槽车运输的方式，将二氧化碳从齐鲁石化运输到胜利油田。而该管道投产后，每年可减少车辆运输4万辆次，减少车用天然气约200万标方，大幅降低公路运输安全风险、运输成本和沿线公路交通资源占用，减少运输环节二氧化碳排放0.4万吨。

“齐鲁石化—胜利油田百万吨级CCUS项目”是我国最大的碳捕集利用与封存全产业链示范基地、国内首个百万吨级CCUS项目。该项目覆盖石油地质储量2500余万吨，部署70

余口注入井，预计 15 年累计注入 1000 余万吨，增油近 300 万吨，采收率提高 12%以上。同时，该项目年封存能力达百万吨级，相当于植树近 900 万棵、近 60 万辆经济型轿车停开一年。

《红树林恢复碳汇计量与监测方法》发布

中国自然资源报 2023. 7. 3

近日，由大自然保护协会(TNC)领衔开发的《红树林恢复碳汇计量与监测方法》在广州市生态产品价值实现平台正式发布，该方法探索市场化机制推动海洋生态产品价值实现，助力全国红树林生态系统保护与修复工作的开展。

广州市生态产品价值实现平台由广东省自然资源厅、广州市规划和自然资源局指导，是全国首个聚焦自然资源领域的市场化生态产品价值实现平台。TNC 长期以来关注红树林生态系统的保护及多重效益，除了在巩固红树林碳汇能力减缓气候变化方面之外，TNC 还提供科学的方法评估红树林生态系统在适应气候变化、提升海岸带韧性等方面所带来的生态价值，同时推动红树林周边社区可持续发展。

TNC 方面表示，《红树林恢复碳汇计量与监测方法》适用范围广泛计量方法严谨、监测程序科学，该方法论述了适用条件、碳库和温室气体源汇选择、土地合格性论证、项目边界确定、碳层划分、基线情景识别、额外性论证、线和项目活动碳汇计量和监测等方面的方法提出了相关的缺省参数内容详尽，具有创新性和可操作性。TNC 希望通过该方法的发布补齐自然资源领域红树林生态系统生态产品价值实现机制实践的薄弱环节，推动符合我国国情的红树林生态系统碳汇项目的开发和落地。除已有红树林保护政策外，科学地衡量红树林的减灾防灾价值和碳汇价值，运用金融手段和市场运作的方式将生态产品价值纳入经济活动中，可以调动更大规模可持续的资金投入，有效提高地方政府、企业和社会保护环境的积极性，持续推进我国红树林生态保护与修复工作。

三项碳捕集和利用技术团体标准发布实施

中国科学报 2023. 7. 5

近日，中国科学院山西煤炭化学研究所（以下简称山西煤化所）牵头主持制定的《低压

低浓度二氧化碳两级变压吸附提浓设备》以及参与制定的《循环流化床吸附法捕集二氧化碳装置》《二氧化碳产品技术规范》团体标准由中国工业节能与清洁生产协会正式发布实施。

该系列标准规定了固体吸附法二氧化碳变压提浓设备、循环流化床吸附捕集设备的组成、技术要求和试验方法，同时规定了二氧化碳产品的技术要求、试验方法、二氧化碳安全警示及标志、包装、运输和贮存。

山西煤化所 609-2 课题组组长李磊介绍，目前，固体吸附法二氧化碳捕集等核心设备尚无统一、规范的技术标准，为规范和加强相关行业对固体吸附法二氧化碳捕集关键设备的设计、加工、检测、运行维护的管理，促进我国碳捕集和利用技术进步与推广创新成果，特制定该系列标准。

零碳建筑技术将有标可循

中国能源报 2023. 7. 31

7月24日，住建部发布国家标准《零碳建筑技术标准（征求意见稿）》（以下简称《标准》）。《标准》主要适用于新建与既有改造的低碳、近零碳、零碳建筑与区域的设计、建造、运行和判定，标志着业内期盼已久的零碳建筑技术即将有参考依据。

据悉，《标准》是为实现碳达峰碳中和目标，降低建筑用能需求，提高能源利用效率，营造健康舒适的建筑室内环境，发展可再生能源和零碳能源建筑应用，引导建筑和以建筑为主要碳排放的区域逐步实现低碳、近零碳、零碳排放而制定。

《标准》对低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑、光伏建筑一体化、全过程零碳建筑、建筑碳排放强度、建筑降碳率、直接碳排放、间接碳排放、隐含碳排放、碳抵消、绿色电力交易、碳排放权交易、碳排放因子等相关专业术语进行了解释，此外，还对室内环境参数、不同类型建筑碳排放指标、区域碳排放指标等相关技术指标作了明确说明。

记者注意到，在可再生能源利用方面，《标准》明确表示，在技术经济合理的条件下，建筑冷热源和热水热源应优先选用太阳能光热系统、地源热泵、空气源热泵等，供电系统应优先选用光伏发电、风光互补等。新建建筑的可再生能源系统应统一规划、同步设计、同步施工、统一验收。太阳能系统设计阶段应逐时计算光伏系统发电量、太阳能集热系统集热量。光伏发电系统应优先自发自用。

对此，中国建筑节能协会低碳健康地产专业委员会秘书长黄俊鹏说：“目前看，从住建

部到住建领域各级地方主管部门，对可再生能源在建筑中的应用，已经有非常成熟的政策和制度安排，《标准》的出台将进一步推动这些政策的实施。”

在碳抵消部分，《标准》指出，“零碳建筑与区域引入碳抵消方式进行设计判定时，应购买不少于 10 年的绿色电力或等量的碳信用产品。零碳建筑与区域引入碳抵消方式进行运行判定时，可先使用设计阶段购买的绿色电力或碳信用产品进行抵消，当购买量抵消完时，应购买不少于 5 年运行期的绿色电力或等量的碳信用产品。”这意味着，对于有建造零碳建筑意向的业主而言，碳抵消的成本并不算低。

“《标准》在碳抵消方面的规定还比较笼统，只是规定了购买绿电和碳信用的年限，并没有规定具体的比例。如果 100%采用抵消方式实现碳中和，到底算不算零碳呢？这部分还需要进一步明确。”黄俊鹏建议。

国家碳计量中心（广东）落户南沙

南方日报 2023. 7. 13

近日，国家市场监管总局批复同意国家碳计量中心（广东）落户广州市南沙区。该中心以广东省计量科学研究院为主体，联合广东特种设备检测研究院顺德检测院共同筹建。

该中心作为国家级碳计量领域重要基础设施，将有利于加快建立全省统一规范的碳排放统计核算制度，为实现温室气体排放“可测量、可报告、可核查”提供广东方案。中心建成后充分发挥区位优势和辐射带动效应，推动粤港澳三地在碳达峰碳中和领域的的数据、标准、认证等方面实现协调一致与互认，加快建立粤港澳大湾区创新绿色低碳发展模式，逐步实现大湾区量值领域协调统一。

根据筹建计划，该中心将建成“四中心一平台”，即碳计量基础和前沿技术研究中心、碳计量基础数据应用中心、碳计量应用技术与成果转化中心、碳计量人才培养交流和宣教中心以及碳计量检测服务平台。中心建成后围绕加快推进粤港澳大湾区能源资源高效利用、产业结构深度调整、生活方式绿色变革、经济社会绿色转型。

笔者获悉，该中心将重点开展紧密对接国家碳达峰碳中和战略目标和政策要求，加强碳计量相关技术研究；开展碳排放、碳监测、碳核查、碳足迹、碳交易、碳汇等相关基础、前沿和应用计量技术研究；加强碳计量数据的采集、分析、评价和应用，提升碳排放数据质量，服务碳核查、碳交易等工作的顺利开展。此外该中心还将帮助碳排放单位合理配备和使用碳

计量器具，推动碳排放从“核算”向“测量”转变；加强碳计量技术交流与合作，搭建碳计量公共服务平台；加强碳计量政策、制度的宣传和培训，建立一支高水平的碳计量人才队伍。

前期，省市场监管局按照“边申报、边筹建、边服务”的原则，重点聚焦我省碳排放主要来源的火力发电行业，开展碳计量相关技术研究和技术服务，并取得阶段性成果，成功开发了基于激光吸收光谱原理的二氧化碳连续排放监测系统，可实现对温室气体排放的在线直接测量，已在全省火力发电企业的 11 个固定碳排放源开展试点应用；开发了 3 种温室气体标准物质，配套解决在线监测系统的计量溯源问题，推动由宏观“碳核算”向精准“碳计量”转变。

目前，我省碳计量溯源体系逐步建立，研究建立了燃料消耗量、含碳量、发热量等 10 余项关键参数计量能力，形成多项计量技术规范、测量设备和标准物质等成果，初步满足了火力发电行业碳排放计量器具的量值传递溯源需求。在碳计量数据应用方面也初见成效。已建立超过 2000 个样品数据的煤质数据库，为生态环境部门加强碳核查机构信用管理提供支撑，助力保障我省碳核查数据准确。

下一步，省市场监管局将积极争取更多国家支持，发挥广东资源优势，将国家碳计量中心打造成为碳达峰碳中和工作的重要支撑力量，更好服务绿美广东生态建设。

《中国碳捕集利用与封存年度报告（2023）》

中国电力报 2023. 7. 24

7 月 14 日科技部官网发布消息，近日，《中国碳捕集利用与封存年度报告（2023）》（以下简称《报告》）在全球碳捕集利用与封存项目进展研讨会上正式发布。《报告》由中国 21 世纪议程管理中心、全球碳捕集与封存研究院、清华大学联合牵头，组织北京大学、浙江大学、中国石油大学、中国科学院武汉岩土力学研究所、国家能源集团等单位共同编制完成。

《报告》分析了我国 CCUS 技术研发、项目示范、政策部署等情况，并针对碳中和目标下我国 CCUS 技术发展面临的挑战提出了应对建议。

《报告》指出，我国发布了 70 余项 CCUS 相关的政策文件，涉及规划、路线图、技术目录等，在 CCUS 技术研发、标准和融资等方面做出了积极部署。在“双碳”目标下，我国 CCUS 各环节技术发展迅速，示范项目规模不断扩大，CCUS 技术应用的行业和部门持续增加。据不完全统计，当前我国规划和运行 CCUS 示范项目总数接近百个，涵盖电力、油气、化工、

水泥、钢铁等多个行业。其中超过半数的项目建成投产，具备二氧化碳捕集能力超过 400 万吨/年，注入能力超过 200 万吨/年。

《报告》认为，我国 CCUS 技术发展水平距离大规模商业化应用还有很大差距。为更好支撑“双碳”目标实现，促进 CCUS 技术发展，应着力探索构建面向碳中和目标的 CCUS 技术体系，加快推进关键技术研发和大规模集成示范；推动相关制度法规和标准体系的制定，引导形成各主体都能有效参与的商业模式；继续深化 CCUS 等绿色技术领域国际合作与交流，加强人才培养和能力建设。

提升泥炭沼泽湿地生态系统固碳能力

中国自然资源报 2023. 7. 21

◆泥炭火直接影响泥炭沼泽湿地生态系统固碳,已成为生态系统碳循环过程必不可少的因素之一

◆高强度的泥炭火加速多年冻土区泥炭沼泽底部冻土退化、影响土壤碳库碳累积过程和碳库稳定性

◆科学管理泥炭火,利用计划火烧实现森林防火和泥炭沼泽固碳功能提升双重目标

自然生态系统的碳捕获与碳封存可以部分抵消人为排放的二氧化碳,进而减缓温室效应。维持自然生态系统已封存碳的稳定,提高生态系统碳捕获能力,是我国实现 2060 碳中和战略目标重要的手段之一。

据统计,全球野火每年燃烧范围为 300 万~460 万平方公里,促使自然生态系统中地上植被碳和土壤碳库中已封存的碳燃烧并转化为二氧化碳排放到大气环境中。已有研究表明,全球野火每年向大气中排放约 22 亿吨碳,约为每年化石燃料排放量的 30%。近百年来,随着气候变化和人类活动加剧,野火发生的频次和强度明显增加。在未来气候变化背景下,野火发生的频次和强度将进一步加剧。野火已经成为生态系统碳循环过程必不可少的因素之一。

野火对泥炭沼泽湿地生态系统固碳造成影响

泥炭沼泽是以沼生或湿生植物为优势植物,并具有泥炭累积的一类湿地生态系统。泥炭沼泽覆盖全球陆地表面 3%~4%,主要分布在气候变化敏感的中高纬度地区,且部分分布在永久冻土区。由于其处于长期淹水环境且不利于土壤有机碳分解,泥炭沼泽土壤碳库中储存了约 5500 亿吨碳,占全球陆地土壤碳库的近 1/3 相当于大气碳库的 3/4。

大兴安岭地区是我国山地泥炭沼泽的主要分布区之一,也是全球北方泥炭沼泽和多年冻土区的南部边缘区,泥炭沼泽碳库储量约为 22 亿吨。区内年降水量在 400 毫米左右,春秋两季干旱少雨,极易发生森林火灾,是全球火灾高频发生区之一,也是我国林火防控的重点地区。由于近百年区内平均气温增高约 1.5°C 以及人类活动的明显增加,历史记录和模型预测均已证实大兴安岭地区野火的发生频率和强度在过去及未来均明显增加,并对区内泥炭沼泽产生不可忽略的影响。特别是大兴安岭北部地区,作为我国唯一一处高纬度永久冻土区,泥炭沼泽的形成、发育以及演化过程也与冻土密切相关。高强度的野火加速多年冻土区泥炭沼泽底部的冻土退化,进而改变泥炭沼泽微生物活性和水文过程,因此野火对区内泥炭沼泽土壤碳库累积过程和碳库稳定性造成的影响要明显高于其他地区。

综合对近百年来大兴安岭地区泥炭沼泽土壤碳库稳定性的变化规律,以及气候变化、野火等因素的对比研究发现,1900 年~1980 年间,野火频发促使大兴安岭北部地区泥炭沼泽土壤碳库的累积速率和稳定性均明显增加。而 20 世纪 80 年代以来,大兴安岭北部野火发生的频率和强度开始明显下降,泥炭沼泽土壤碳库的累积速率和稳定性也随之开始降低。气候变化逐渐成为影响泥炭沼泽土壤碳库的主要因素。2000 年至今,气温升高和降水减少导致大兴安岭地区北部泥炭沼泽土壤碳库的累积速率和稳定性均出现增加的趋势。火烧对泥炭沼泽碳库的影响是多方面的,不同强度和频次对土壤碳库的影响具有明显差异,因此应根据泥炭沼泽的实际特点,调节适当的火烧频次和强度,在降低对原有土壤碳库影响的前提下,提高泥炭沼泽的固碳速率,更好地发挥其固碳功能。

通过科学管理泥炭火来促进防火固碳

相比森林、草原等野火发生频率较高的生态系统,天然泥炭沼泽由于长期地表过湿,野火发生的频率和强度要明显弱于其他生态系统。在森林生态系统周边的天然泥炭沼泽通常可作为天然森林防火隔离带,降低树冠火发生概率。然而,随着气候变暖和区域人类活动增加,泥炭沼泽地表水位明显下降,部分泥炭沼泽在春秋两季常出现极端干旱的情况。由于泥炭土壤有机碳含量较高,极端干旱可能导致泥炭沼泽火烧发生的临界条件降低,火烧发生概率增加并且火烧过程中极易形成难以发现和扑救的阴燃火。

泥炭火的发生不仅对泥炭沼泽碳库造成严重威胁,同时也大幅增加周边森林火灾的防控和扑救难度。如何科学管理泥炭火,利用计划火烧实现森林防火减灾和泥炭沼泽固碳功能提升双重目标?笔者认为:

——加强林区泥炭沼泽保护和科学评估工作。泥炭沼泽的退化,是导致泥炭沼泽丧失天然森林防火隔离带功能以及形成难以扑救的阴燃火的主要因素,对泥炭沼泽固碳功能和森林

防火减灾造成严重威胁,因此应加强林区泥炭沼泽保护。建议科学评估林区泥炭沼泽分布特点、退化程度及其受野火威胁的程度,设置泥炭沼泽保护区,修复退化泥炭沼泽,禁止对泥炭沼泽进行人工排水,禁止人为破坏底部永久冻土层,减缓因气候变化和区域人类活动导致的林区泥炭沼泽地表水位下降,维持泥炭沼泽水源涵养功能。

——加强永久冻土区泥炭沼泽计划火烧生态效益的研究工作。永久冻土层的存在,是大兴安岭北部地区泥炭沼泽维持水源涵养功能的前提条件,应针对计划火烧区泥炭沼泽底部永久冻土层厚度特点,深入研究计划火烧频次和计划火烧强度对泥炭沼泽固碳功能及其底部永久冻土层的影响,科学准确制定计划火烧方案。在达到森林防火减灾目的的前提下,降低计划火烧对泥炭沼泽底部永久冻土层的影响,提升泥炭沼泽的固碳功能。

——制定极端天气泥炭沼泽野火预警方案和管理模式。要加强对泥炭沼泽分布区极端气候天气特征及变化规律的科学研究,准确预测不同气象条件下林区泥炭沼泽野火发生概率和强度。对在极端天气条件下火灾发生频率和强度较高的泥炭沼泽区进行重点监测和火灾预警,科学制定管理方案和火灾扑救预案。预防极端干旱天气下泥炭火的发生和蔓延,降低泥炭火对泥炭沼泽及周边森林生态系统的影响。

加快推动能源转型助力实现“双碳”目标

国家电网报 2023. 7. 24

实现碳达峰碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。当前,我国经济社会发展已进入加快绿色化、低碳化的高质量发展阶段。习近平总书记在全国生态环境保护大会上强调,“要加快推动发展方式绿色低碳转型”“要积极稳妥推进碳达峰碳中和”“构建清洁低碳安全高效的能源体系,加快构建新型电力系统”。

实现“双碳”目标,能源是主战场,电力是主力军。作为关系国家能源安全和国民经济命脉的特大型国有重点骨干企业,国家电网有限公司深入贯彻习近平生态文明思想,落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略,牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,坚持清洁低碳是方向、能源保供是基础、能源安全是关键、能源独立是根本、能源创新是动力、节能提效要助力,争当能源绿色低碳转型的推动者、先行者、引领者,为实现“双碳”目标、建设美丽中国作出积极贡献。

加快电网转型升级,大力推进新能源供给消纳体系建设

金沙江水，奔流不息。2月，±800千伏金上一湖北特高压直流工程、通山抽水蓄能电站的开工，拉开了全年重大电网工程建设的序幕。

这是国家电网公司服务清洁能源发展、推动能源转型的又一项重大举措。金上一湖北特高压工程建成后，每年可输送清洁电能400亿千瓦时，地处湖北省通山县的通山抽水蓄能电站每年可促进新能源电量消纳18.4亿千瓦时，将有力支撑川藏高原地区清洁能源大规模开发和湖北新能源发展，促进生态环境保护和美丽中国建设。

今年的政府工作报告提出，推进能源清洁高效利用和技术研发，加快建设新型能源体系，提升可再生能源占比。截至6月底，全国水电装机容量4.18亿千瓦，风电装机容量3.9亿千瓦，太阳能发电装机容量4.71亿千瓦，生物质发电装机容量0.43亿千瓦，可再生能源发电总装机容量突破13亿千瓦，达到13.22亿千瓦，同比增长18.2%，约占我国总装机容量的48.8%。

电网连接电力生产和消费，是各类能源转换利用和优化配置的重要平台，也为新能源发电大规模开发、高比例并网、远距离输送提供了强力支撑。今年，公司开工建设±800千伏陇东—山东、±800千伏宁夏—湖南特高压直流工程等一批重点工程，建成陕西1000千伏红墩界电厂送出工程，投运1000千伏北京东变电站扩建工程，持续优化电网网架结构，加快构建新型电力系统。目前，公司累计建成33项特高压工程，形成“西电东送、北电南供”局面，有力提升清洁能源优化配置和消纳能力，推动能源清洁低碳转型。

电网结构在优化，服务品质在提升。在西北沙漠戈壁之间，为更好服务“沙戈荒”大型风光电基地等新能源重点项目并网，国网甘肃省电力公司组建15支电源接网服务柔性团队，为新能源发电企业提供接网、建设等一站式服务，并深化新能源云平台应用，服务新能源场站稳步、快速、有序并网。日前，甘肃省新能源发电装机规模突破4000万千瓦，占全省电源总装机容量的55.30%。

针对新能源大规模并网后电力系统呈现的“双高”“双峰”特征，公司持续加快抽水蓄能电站建设，充分发挥其在电力系统中的“稳定器”“调节器”作用，进一步提升电力系统调节能力，有力促进新能源电量消纳。

山水之间，绿能涌动。6月21日，河南天池抽水蓄能电站3号机组正式投入商业运行。今年，公司开工建设辽宁大雅河、兴城抽水蓄能电站及湖南汨罗抽水蓄能电站、甘肃玉门抽水蓄能电站等多个抽水蓄能电站项目，投产河北丰宁、河南天池、山东文登等抽水蓄能电站的一批机组。目前，公司在运在建抽水蓄能电站装机容量达8000万千瓦，为确保电网安全稳定运行、促进清洁能源消纳提供有力支撑。

支持储能电站建设同样是增强电力系统灵活性、提高新能源电力利用水平的有效手段。在山西，为加快大同合荣和大同国宁时代两座储能电站并网，国网山西省电力公司成立新型储能工作专班，深入研究新型储能规划布局，规范并网流程，制订新型储能调度运行管理规定，助力新能源发展。

从加快推动重大电网工程建设，到持续优化新能源并网服务，再到大力支持抽水蓄能和新型储能发展，公司聚焦主责主业，充分发挥电网的桥梁纽带作用，加快推动电网向能源互联网转型升级，助力新型能源体系建设，全力服务“双碳”目标。

坚持创新驱动发展，为新型电力系统建设提供技术支撑

7月1日下午，位于河北省康保县的鸿蒙炭头山风电场并网投产，至此，冀北电网新能源发电装机容量突破4000万千瓦，达到4027万千瓦，占统调装机容量的72.4%。

近年来，冀北地区新能源发展势头迅猛。为更好服务新能源电量消纳，国网冀北电力有限公司持续强化科技创新，大力推广“新能源+储能+分布式调相机”模式，探索构网型新能源技术，增强新能源场站主动支撑能力。1~4月，冀北地区4座新能源场站的7台调相机陆续投产，提升1000千伏张北—雄安特高压交流输变电工程新能源电力送出能力10万千瓦，提升500千伏御道口变电站新能源电力送出能力11万千瓦。

当前，我国加快构建清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能的新型电力系统。随着建设的不断深入，能源电力行业一些技术领域进入“无人区”。习近平总书记在江苏考察时来到南瑞集团，指出“要加快推动关键技术、核心产品迭代升级和新技术智慧赋能，提高国家能源安全和保障能力”。

7月11日，中央全面深化改革委员会第二次会议审议通过了《关于深化电力体制改革加快构建新型电力系统的指导意见》，强调“要健全适应新型电力系统的体制机制，推动加强电力技术创新、市场机制创新、商业模式创新”。由公司牵头成立的新型电力系统技术创新联盟成立一年多来，组建多种形式的创新联合体，在关键技术研究上取得一系列突破。联盟平台作用有效发挥，运行机制日趋完善，成员单位从最初的32家扩充为62家，行业影响力不断加强。

今年以来，公司深入实施创新驱动发展战略，强化基础研究和前沿技术布局，围绕新型电力系统建设、大电网安全运行、新能源并网、能源数字化智能化等关键领域开展科技攻关，努力攻克能源转型发展中的关键核心技术。

如何应对新能源间歇性、随机性和波动性等特点，是新型电力系统建设过程中面临的一大挑战。在公司新型电力系统省级示范区福建，国网福建省电力有限公司发挥技术优势，围

绕新能源友好并网、分层分群调控、大电网与微电网融合发展，结合地区发展实际，因地制宜布局一批微电网示范项目，深化柔性直流、交直流混联、能量优化配置、配微协同运行控制、精准预测等技术应用，打造城镇、海岛、园区、乡村、校园等多类型微电网(群)示范形态，进一步提升电网灵活性，助力新型电力系统建设。

当前，“大云物移智链”现代数字技术蓬勃发展。公司持续加强数字技术创新应用，为电网赋能，加快推动能源清洁低碳转型。作为全球最大的新能源运行监测服务平台，新能源云平台已累计接入超过 440 万座新能源场站，为新能源规划建设、并网消纳、交易结算提供一站式服务。同时，公司还依托“网上国网”、新能源云等线上平台，为客户提供户用光伏电站并网结算全流程一站式服务，构建分布式光伏服务生态圈。

为更好服务“双碳”目标，公司正全力攻克关键核心技术，广泛凝聚科技创新合力，加快推进战略性新兴产业创新发展，充分激发创新创造活力，为能源清洁低碳转型提供更有力的技术支撑。

引导社会科学用能，加快形成绿色生产方式和生活方式

进入 7 月，位于天津市宝坻区九园工业园的天津市贝特瑞新能源科技有限公司迎来了锂离子电池材料生产高峰。供电公司为企业量身定制了用能方案，并实施余热利用项目，进一步帮助企业提高生产效能。该企业电气部负责人许锋说：“仅余热利用项目一期工程就能让我们每年减少燃气使用超过 26 万立方米，减排二氧化碳 500 吨。”

近年来，国网天津市电力公司大力优化电力营商环境，持续提升供电服务水平，为企业提供科学高效的用能方案，助力企业转型发展。“我们还与政府部门合作成立了电力双碳中心，聚焦能源安全、能源转型、能源创新、能源服务等板块，为政产学研联合开展‘双碳’政策研究、技术攻关、标准研制、人才培养等提供平台阵地，目前已吸引了来自 20 个行业的 2 万余家企业入驻，有力服务天津绿色低碳发展。”国网天津电力发展部配网规划处处长迟福建介绍。

推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。从消费侧看，预计 2030 年、2060 年我国终端能源消费电气化水平将分别增长到 39%、70%左右。公司深入践行人民电业为人民的企业宗旨，聚焦工业、交通、建筑和居民生活等重点领域，稳妥有序、因地制宜推动电能替代，引导社会高效用能、绿色用能，不断提高终端能源消费电气化清洁化水平。

赋能城市绿色发展，公司积极推进现代智慧配电网建设，实施微电网、新型储能、源网荷储协同等试点示范，加快充电基础设施建设，推动绿色低碳生活走进千家万户。在浙江，

65 个亚运场馆及办公场地今年 3 月至年底都可使用绿色电能。

助力美丽乡村建设，公司大力实施农网巩固提升工程，因地制宜推动乡村电气化，服务乡村新能源发展，助力乡村振兴。在农业大省辽宁，国网辽宁省电力有限公司对农业有机废弃物处理的乡村电气化项目提供全程优质服务，简化业扩报装流程，助力废弃物资源化循环利用。

服务社会科学用能，上半年，“网上国网”APP 累计推送能效账单超过 2000 万次，挖掘潜力客户 47.04 万户，持续深化“供电+能效服务”。在四川，供电公司组织客户经理走访高耗能企业，推广节能减排技术，助力企业绿色转型。

灵活的市场机制同样为全社会绿色能源消费提供了有力支撑。北京电力交易中心的数据显示，1~5 月，省间清洁能源交易电量累计 1973 亿千瓦时，同比增长 2.2%。

服务新能源电源并网消纳，推动新型电力系统关键核心技术攻关，助力全社会形成绿色生产方式和生活方式……新征程上，公司坚持围绕服务“双碳”目标，持续推动能源转型、绿色发展，为打造青山常在、绿水长流、空气常新的美丽中国作出新的更大贡献。（刘早）

聚焦共建零碳能源体系

中国电力报 2023. 7. 28

当地时间 7 月 13 日，联合国可持续发展高级别政治论坛——“共建零碳能源体系 促进 2030 年可持续发展议程落实”主题边会在纽约联合国总部召开

会议由全球能源互联网发展合作组织、拉丁美洲能源组织、联合国可持续发展解决方案网络及联合国能源转型工程师委员会联合主办

《全球能源互联网——2030 年可持续发展之路》报告发布

报告指出

★当前，化石能源大量开发使用带来资源、气候、环境、健康等问题，成为制约可持续发展的重要原因，亟需加快能源绿色低碳转型

★构建全球能源互联网将产生九方面效益，包括加快清洁能源发展、扩大电网互联、提高电气化水平、保障电力供应、减少污染排放、推动技术创新、促进产业升级、增加投资贸易、搭建合作平台

★提出了全球能源互联网落实 2030 议程“十项行动”和“六项机制”建议，为推动世

界可持续发展提供全球解决方案和实践路径

★“十项行动”建议包括清洁发展行动、电网互联行动、消除无电行动、电能替代行动、智能电网行动、能效提升行动等建设性行动，以及理念传播行动、创新驱动行动、能力建设行动、政策保障行动等支撑性行动

★“六项机制”建议包括全球能源规划、电力工程建设、电碳联合交易、电力互联协调、能源发展援助和技术标准协同机制

《共建零碳能源体系共促可持续发展》联合倡议发布

倡议

★各方坚持绿色发展，增进能源转型共识；坚持开放合作，构建零碳能源体系；坚持创新引领，加快能源科技革命；坚持人人共享，实现人类共同发展

了解全球能源互联网发展合作组织

合作组织于 2016 年 3 月成立，是我国在能源领域发起成立的首个国际组织

宗旨是推动构建全球能源互联网，以清洁和绿色方式满足全球电力需求

目前，合作组织拥有会员 1305 家，覆盖 142 个国家和地区

《全球人为源碳排放与陆地生态系统碳收支遥感评估科学报告》发布

中国净碳排放近 10 年呈降低趋势

中国高新技术产业导报 2023. 7. 31

7 月 26 日，《全球人为源碳排放与陆地生态系统碳收支遥感评估科学报告》（简称《全球碳排放与碳收支遥感评估科学报告》）在京发布。该报告由中国科学院空天信息创新研究院（以下简称空天院）牵头编写，利用卫星遥感技术评估了全球和主要国别的人为源碳排放与陆地生态系统碳收支情况，在证实当前主流科学认知的同时，取得了系列新发现，为中国应对气候谈判与碳盘点、服务碳中和评估提供重要科学数据。

报告显示，全球温室气体排放并未得到有效控制，过去 10 年，大气二氧化碳浓度以平均每年约千分之六的增长速度持续升高，即便在新型冠状病毒疫情期间，全球二氧化碳浓度升高的趋势仍未显著放缓。过去 40 年，全球森林的加速损毁趋势并没有得到遏制，森林面积持续减少，全球土地利用变化平均每年产生约 32 亿吨二氧化碳排放量，是仅次于化石燃料碳排放的第二大排放源。

值得关注的是，中国实施了大规模植树造林生态工程，土地利用变化为净碳汇效应，每年固定近 4 亿吨二氧化碳，有效降低了全球土地利用碳排放。基于卫星的同化反演结果表明，过去 10 年全球陆地生态系统平均每年吸收 137 亿吨二氧化碳。其中，中国陆地生态系统每年吸收了 13 亿吨二氧化碳，约占全球十分之一。全球陆地土壤有机碳储量也呈逐渐增加趋势，过去 40 年全球土壤每年吸收约 13 亿吨二氧化碳，中国实施了大规模保护性耕作和生态管理举措，土壤固碳速率最高，约占全球四分之一。

中国科学院院士、空天院院长吴一戎指出，这份监测报告表明，一方面，中国积极的节能减排措施成效显著，我国最近 10 年扭转了二氧化碳排放快速增长的态势；另一方面，中国实施大规模植树造林、退耕还林、封山育林、保护性耕作等积极生态管理措施，生态系统固碳能力持续增强。卫星监测也发现中国净碳排放在近 10 年呈现降低的趋势，表明我国碳中和目标取得了重要进展。

吴一戎指出，卫星遥感具有客观、连续、稳定、大范围、重复观测的优点，是全球碳循环高精度、精细分辨率监测不可或缺的技术手段。

目前，全球已有多个国家和组织正大力发展温室气体排放的监测核查支持能力，发展我国自主的全球碳盘点卫星遥感能力刻不容缓。

吴一戎介绍，我国将于 2025 年发射下一代碳卫星，可以更高精度、更高效率监测全球大气二氧化碳浓度，将进一步提高我国国产卫星在大气温室气体浓度、人为源碳排放、陆地生态系统碳汇等方面的监测能力，为全球碳盘点和我国“双碳”目标提供中国自主的科学数据。

我国能源绿色低碳转型中“卡脖子”问题及政策建议

中国环境报 2023. 7. 31

推进碳达峰碳中和是党中央作出的重大战略决策，是我们对国际社会的庄严承诺，也是推动高质量发展的内在要求。当前，我国碳排放主要源于化石能源的利用过程，能源部门能否实现绿色低碳转型，成为我国推进“双碳”战略、实现可持续发展的关键。调研组聚焦能源绿色低碳转型过程中的“堵点”和“卡脖子”问题，结合我国实际进行研究分析并提出对策建议。

核电和海上风电发展中存在的问题

我国非化石能源占一次能源消费比重在 2022 年达到 17.5%，比 8 年前提高了 5.5 个百分点；预计 2023 年非化石能源发电总装机占比将首次突破 50%，太阳能发电及风电装机规模均首次超过水电。在非化石能源快速发展的同时，调研组也发现，我国能源供给侧绿色低碳转型和能源技术发展还存在一些问题。

在核电发展方面，我国目前核燃料主要依赖进口，纳米比亚、澳大利亚、加拿大是我国主要的核燃料进口地。受地缘政治影响，核燃料供应、燃料组件制造等存在断供风险。近年来，在国家自主创新战略的引领下，我国核电技术研发取得新的突破，具有自主知识产权的“华龙一号”已经成功建成并投产运行，设备国产化率持续提升，达到了 90%左右。但部分核级泵、阀门以及相关材料，尚未实现自主国产化，其中原因，一是技术尚未突破，还需要进一步加强研发；二是技术上可行，但实际应用还存在一些市场因素，尚未实现真正的国产化。

我国核电设计、建造、运行等专业技术人员稀缺，缺乏具有较高技术能力的核电工程建设和管理人员。按照我国的能源规划，到 2030 年核电装机量将翻一番，达到 1.3 亿千瓦。按照党的二十大报告提出的“积极安全有序发展核电”的战略部署，将对核电管理和建造人员提出较大需求。

针对核电技术自主化研发产品的相关政策尚不完善，需进一步提高政策扶持力度。目前部分核级泵阀在技术上已实现了突破，可以对国外相关产品进行替代，但受招投标政策影响，难以与国外产品竞争。按照招投标评价指标，国内自主化产品由于研发投入高、成本高，性能、质量以及实际应用经验等方面存在不足，竞争力较弱。

我国目前在核电关键设计软件自主化技术研究领域取得了一定的成绩，如我国核电企业相继研发和开发了 NESTOR 核电设计与分析软件包、COSINE 反应堆堆芯物理、热工水力、系统安全分析一体化软件包和“华龙一号”堆芯设计软件包 PCM 等，但仍有很多专业软件需要进一步加强研发投入，完全实现软件自主化仍有很长的路要走。

核电是优质能源，具有稳定可靠、平均利用小时数长等特点。根据英国石油公司（BP）发布的统计数据，经合组织（OECD）国家核电平均贡献了能源消费总量的 8%，在法国达到 36%，我国目前仅占 2%。然而，核电发展安全第一，审批、建设周期较长，国内通常为 7 年左右，相比之下火电仅为 2.5 年。目前核电建设周期中，环评涉及选址环评、建造阶段环评和运行阶段环评等多项内容，且同一厂址一次规划 6 台机组分批建设，各个环评流程都需要重走一遍，历时较长。

在海上风电发展方面，目前对海洋生态环境的影响评价以及固体废弃物处置处理存在薄

弱环节。海上风电的叶片材料主要是工业塑料、玻璃纤维或碳纤维，这些材料回收利用率低，而海上风电的运行寿命一般为 20 年左右，运行到期后如何处理这些固体废弃物需要提前谋划考虑。

目前，我国是风电大国，但还不是风电强国，我国风电机组存在运行效率低、故障率高、可靠性差等问题，致使风能的实际利用率、风场盈利能力与预期还有很大差距。一方面是因为国内在大型风电机组研究方面的起步较晚，目前仍处于技术跟踪阶段；另一方面，国内过于重视产业化，对基础性研究投入不够，缺乏稳定持续的研究队伍，产品的可靠性还不能达到较高水平。齿轮箱技术、变流器、可回收叶片技术、大储能技术和风电直接制氢技术等，都需要进一步加强研发。

调研组的政策建议

一是建议国家统筹制定核电自主化规划和扶持政策。针对国外直接封锁的技术和设备，由相关部门统筹，发挥举国体制优势，开展研发和工程验证，力争早日取得新突破。对核电技术、设备和软件的自主化程度进行梳理，针对部分设备或技术可以实现突破的，在研发投入、采购政策制定等方面给予特殊政策，支持核电技术研发真正实现 100%国产化。针对专业技术人员稀缺的问题，建议国家层面以及核电行业协会、教育部门要提前谋划，统筹考虑核电行业发展和行业间的相互支持。

二是建议强化提升核电安全保障能力。核电行业不同于一般行业，涉及到核安全。核安全是国家安全的重要组成部分，是核电行业的生命线。要高度重视核安全治理体系和治理能力现代化，加强国家核安全协调机制建设，充分发挥协调机制的作用。理顺核安全中央事权，逐步收回委托给地方生态环境部门的核电厂辐射环境监督性监测和国控辐射环境监测点位的运维保障事权，加强地区监督站辐射环境监测能力建设。完善优化新形势下的核安全监管体制机制和监督模式，提高监督成效。进一步优化核电厂选址环评和核岛负挖审批事项，提高审批效率，不断提升保障核安全的能力，加快核安全高水平发展，促进核电产业高质量发展。

三是加快组织支持风电等可再生能源全链条研发，对潜在生态环境影响加强研究。为促进我国可再生能源产业可持续发展，成为真正意义上的可持续能源强国，必须构建包括环境影响、原料、制造、工程、运维、废弃物处置等在内的全链条的技术和建设体系。建议着力提高可再生能源技术的原始创新能力，持续构建可再生能源产业链，发挥产业集群优势，在可再生能源基地附近就地打造制造、运输、废弃物处置产业链，进一步降低我国可再生能源应用成本和生态环境影响。

能-碳-数视角下的新型电力系统与新型能源体系关系

中国能源报 2023. 7. 31

近日召开的中央全面深化改革委员会第二次会议强调,要立足我国生态文明建设已进入以降碳为重点战略方向的关键时期,完善能源消耗总量和强度调控,逐步转向碳排放总量和强度双控制度;要深化电力体制改革,加快构建清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能的新型电力系统,更好推动能源生产和消费革命,保障国家能源安全。面向“双碳”目标的新型能源体系与新型电力系统,融入绿色低碳的核心动因与数字化转型的关键途径,形成能-碳-数协同发展模式。科学把握新型能源体系与新型电力系统在能量、碳排、数字化方面的内在关系,对于推动能源革命、落实“双碳”战略、融入数字中国具有重要意义。

■ ■ 能量视角——新型电力系统是新型能源体系优化配置资源的枢纽平台

电力是可再生能源最为便捷高效的利用方式。为有效应对全球气候变化、实现能源可持续发展,可再生能源将逐步成为未来主要的一次能源。风、光等可再生能源能量密度低、资源分散,具有波动性和间歇性,转化为高品位的电能是其最为便捷高效的利用方式。电力在未来清洁低碳能源体系中的占比将大幅提升。

电力是最重要的能源消费方式。经济平稳向好叠加人民生活水平持续提升,为电力需求增长提供强劲动力。同时,随着电气化进程加快,工业、建筑、交通三大领域终端用能电气化水平将大幅提升。此外,电制氢技术及产业发展,可进一步新增用电潜力,推动电力需求持续稳步增长。

电力是多能互补能源系统的核心。热、电等多种能源的互补运行,将为能源系统提供更多的灵活性和更高的利用效率。电网统筹电、热、冷、气、氢等用能需求,发挥风能、太阳能、水能、煤炭、天然气等资源组合优势,提高能源综合利用效率,是多能互补能源系统的核心。

电力是引领能源资源优化配置的枢纽。我国东中部和南方地区用电需求约占70%,是耗能中心区域,但70%的水力资源集中在四川、云南、西藏等西南地区,80%以上的陆上风能和太阳能资源分布在西部北部地区,经济和能源存在逆向分布。电力通过安全可靠的特高压输电线路连接西南水电基地、西部北部新能源基地和东中南部负荷中心,推动送受端协调发展,提升能源资源优化配置能力,发挥核心枢纽作用,预计到2025年,西电东送能力将

达到 3.6 亿千瓦以上。

■ ■ 碳视角——新型电力系统是新型能源体系节能减排、低碳发展的关键抓手

电力低碳化支撑非化石能源发展。新型电力系统具备高效消纳和调控非化石能源的能力，构建新型电力系统有利于加快能源生产环节的清洁代替，推动风能、太阳能、生物质能、海洋能、地热能等开发，推动水电绿色发展，促进核电安全有序发展，推动生物质能合理利用，加快推进抽水蓄能和新型储能规模化应用，统筹推进氢能“制储输用”全链条发展，实现能源供给清洁化。

电力低碳化支撑能源消费清洁化。在电力低碳化带动下，新能源可靠支撑能力提升，逐步替代传统化石能源，煤电逐步向保障性、调节性电源转变，现役煤电机组节能升级和灵活性改造加快，推动煤炭消费减量步伐加速。在终端能源消费领域，通过电能的清洁和成本优势推动电气化率提升，替代散烧煤、燃油的能源消费方式；在无法电气化的领域，利用电解制取的绿氢和生物质燃料实现重载交通、部分航空航运和化工行业的零碳排放。

电力低碳化带动绿色低碳技术发展。电力系统低碳化发展带动新能源、化石能源高效利用、碳捕集与封存等低碳技术的创新突破和规模化应用。在能源生产环节，因能源供应安全、系统灵活调节需求等因素保留下来的化石能源，可通过碳捕集与封存技术来除碳；在能源消费环节，因生产工艺、原材料要求、动力需求等因素而无法开展电能、氢能替代的领域，可利用碳捕捉来实现零碳排放。

电力低碳化带动节能增效服务发展。随着电力市场和绿电、绿证等市场机制的逐步完善，市场化电价形成机制也将逐步建立并完善，终端用户对用能品种、用能时段、能源效率、绿色属性等更为敏感，节能增效服务需求将增加，带动节能环保、清洁生产、清洁能源、生态环境、基础设施绿色升级等产业发展壮大，促进节能诊断、节能改造设计、能源托管、负荷聚合等新业态、新模式发展，推动提升新基建能效水平。

■ ■ 数字化视角——新型电力系统是新型能源体系数字化转型的重要引擎

电力数字化支撑多能协同互补。多能协同的前提是充分掌握不同能源品类的运行状态和调节特性，利用电力系统中的微型传感器和物联网络，可实现多种能源设备的实时运行数据采集，实现涵盖电、热、冷、气等多种能源综合建模分析、在线状态估计和能流分析，充分发挥不同能源品种的特点并实现优势互补，提升能源综合利用效率。

电力数字化支撑实现能源产供储销互动。在生产环节，集中式与分布式并举是当前能源发展的基本原则，数字化后的电力系统将在风光水火互济中发挥重要作用。在消费环节，运用数字技术提升对各类用能资源的时空调节能力尤为关键。在运输环节，需要数字技术提升

感知、监测和控制能力。对于系统整体，产供协调、产销互动等多种交互方式需要通过数字化和市场化的有机结合加以解决。

电力数字化支撑实现多网融合互联。各类能源网络、交通网（车联网）、工业互联网等的融合需要以数据为纽带。微型传感、智能终端可为新型能源体系提供灵活、便捷、准确、高效的边缘感知和控制能力，形成覆盖多网融合互联的神经末梢。电力物联网为新型能源体系超大规模信息接入和采集提供信息汇聚平台，为多网融合互联提供基础。

电力数字化支撑用能需求智控。未来传统能源比重逐步下降，而储能只能作为短时间尺度调节手段，系统的调节能力将难以满足负荷侧的刚性需求，必然对需求侧的灵活调节提出要求，包括在各种时间尺度的调节。利用先进的数字互联技术，搭建平台聚合储能系统、可控负荷、电动汽车、分布式新能源等不同类型的柔性资源参与系统调节，可实现经济用能、绿色用能、柔性用电。

电力数字化支撑能源碳排放统计核算。依托电力行业与能源活动、经济生产消费之间的关联性，构建电-能-碳分析模型，发挥电力大数据实时性强、准确度高、分辨率高和采集范围广等优势，可实现碳排放精准分析与动态监测，支撑能源领域全尺度范围的碳排放统计核算。

航运业减排再添新要求

中国能源报 2023. 7. 31

近日，IMO（国际海事组织）公布新的“雄心勃勃”的全球减排目标，将净零排放目标提前 50 年。欧盟也明确新的规则，从明年开始，将航运业纳入排放交易计划，航运业低碳转型压力倍增。

●●提前 50 年

在 IMO 2023 年船舶温室气体减排战略中，排放标准不断严格，多个重要时间节点提前。

中国船级社上海规范研究所高级工程师石群指出：“IMO 船舶温室气体减排规则最新审议较之前更加严格。新的温室气体减排战略对时间节点和减排标准进行了修订，比如船舶航运净零排放的时间压缩了 50 年，从 2100 年提前到 2050 年。此外，还设定了新的目标年，新增 2040 年全生命周期排放总量降低 70%，力争 80% 的排放目标，修订了 2030 年的目标。”

“此外，新的减排战略提出 2030 年全球排放强度降低 40%，排放总量降低 20%，力争

30%，替代燃料使用达到 5%，力争 10%的目标修订。同时，今后每 5 年 IMO 都将进行减排措施的修订，以适应航运技术和经济发展。”石群说，“这给具有长周期发展特色的航运业带来更多不确定性。”

欧盟要在 2050 年成为第一个净零排放大陆。“虽然现在欧盟碳关税悬而未决，但这意味着在越来越严格的标准下，船东要加快决定应对措施。”石群说。

中远海科总经理王新波算了一笔“碳税账”，如果以目前的运营水平，不进行任何技术管理改造，到 2030 年，因不符合碳减排要求，不合格的大型船舶运力会大幅提升，大型船舶运力会因此下降 73%；仅欧洲航线，至 2026 年，我国船舶的碳税支出就可能达到 38.17 亿元。

●●呼声渐涨

在趋严政策约束下，航运行业要考虑船舶如何选择和使用零碳或是低碳燃料达到欧盟或是 IMO 设置的零碳目标。

“现在船舶航运不仅要关注燃料使用时的二氧化碳排放量，还要关注燃料生产运输全生命周期产生的碳排放，任务比较艰巨。”法国船级社先进技术与发展部可持续发展中心经理宋丹说。

当前，航运业加快向低排放或零排放转型，不少公司已经选择适应的技术路线和燃料以应对船舶减排的高标准要求。未来替代燃料的使用会越来越多，占比也越来越大。但对于不同的绿色燃料来说，仍存在选择分歧。包括马士基集团在内的几家航运公司计划使用甲醇动力船。该集团中国脱碳业务开发经理谢文轩表示，公司一直以来的脱碳目标比 IMO 定的更高，坚定地选择绿色甲醇技术路线。

全球甲醇行业协会（新加坡）北京代表处中国首席代表赵凯指出，甲醇作为绿色替代燃料确实是不错的选择。“甲醇初始投资成本低于液化天然气，处理成本相当，且没有甲烷逃逸问题。同时，甲醇还具备在世界任何港口简易和经济地加注的优势。世界主要发动机公司已拥有甲醇燃料发动机，产品数量在不断增加。”

“2030 年全球绿色甲醇需求 600 万吨，2040 年大约 2000 万吨左右，是否有充足的绿色甲醇供应还是未知数，甲醇替代燃料并非无忧。”谢文轩说，“当前，甲醇是从化石燃料生产的，生物质甲醇还有很多不确定性，从全生命周期排放来看，船舶加到生物质甲醇和电制甲醇有一定难度。”

●●谨慎选择

值得注意的是，不论是氢、氨还是甲醇，与传统的重油和低硫油相比，体积能量密度较

低，意味着船舶设计需要留出更多空间储藏燃料，保持相等的续航能力。就经济性来看，不同燃料储存条件不一样，储存难度较大的燃料投资成本相应较高，不同燃料对于船舶前期投资成本影响不同，这也是选择不同燃料路线时需要考虑的重要因素。

“氨燃料如何克服毒性问题，未来电制氨的价格是多少，经济性不确定性较大。”宋丹表示。

波罗的海国际航运公会亚太中心总经理庄炜认为：“在提前布局谨慎选择替代燃料的同时，碳关税是绕不开的话题，会对游戏规则的改变产生深远影响。船东需要积极主动拥抱这一变化，要打破传统思维，提前了解国际法律法规和标准规范，共同合作实现共赢。”

洲际船务集团控股有限公司技术和发展中心总经理苟英迪认为：“船员培训要跟得上，这样才有利于做合理的规划，制定减排路径和措施。面对新时代，船舶管理业务应与时俱进、不断升级，充分利用科技引领、大数据赋能。数字化、智能化只是手段，不是目的，最终希望提升管理水平，提供更专业、更优质的服务。”

四、生物质能、环保工程（污水）

科学家设计首个自折叠糖聚合物

科技日报 2023. 7. 7

德国马克斯·普朗克胶体与界面研究所的科学家设计出一种能够折叠成稳定二级结构的碳水化合物序列，这种自折叠糖有望促进生物医学和材料科学的发展。相关研究刊发于 3 日出版的《自然·化学》杂志。

迄今为止，科学家们只针对 DNA 和蛋白质开发出了自折叠聚合物，而糖由于被认为过于灵活，无法呈现稳定的结构，自折叠糖聚合物一直未能面世。

由生物分子系统系的玛蒂娜·德尔比安科博士领导的研究团队对多糖（长链糖）的折叠和组装进行了研究。此前，他们发现了单个葡萄糖链如何结合在一起产生纤维素的，纤维素是植物的主要成分。

利用这些知识，他们开始设计非天然碳水化合物。在最新研究中，他们借助一种类似搭建乐高的方法，将两个线性纤维素链连接到一个刚性聚糖上，获得了一种自然界中并不存在的新形状：一个聚糖“发夹”。

研究人员表示，碳水化合物能以可编程的形状产生，为赋予聚糖新的性质和功能提供了

可能。由于生物分子的 3D 结构决定了其功能，未来人们或许可以将折叠糖用作药物、化学转化的催化剂，或用作制造纳米材料的结构单元。

中国农业科学院麻类研究所发现生物活性成分绿色分离新方法

中国科学报 2023. 7

近日，中国农业科学院麻类研究所可降解材料开发与利用创新团队构建了一种基于 pH 响应型低共熔溶剂和糖析效应的新型三相分离体系，可以更加绿色高效地分离纯化萝卜过氧化物酶。该成果近日发表于《分离与纯化技术》。

过氧化物酶已被广泛用于工业废水处理等方面，其主要来源是辣根，然而辣根过氧化物酶因制备成本高且易失活限制了其应用。萝卜廉价且易获得，其过氧化物酶活性较高，因此萝卜过氧化物酶能在一定程度上代替辣根过氧化物酶。

传统三相分离体系主要由叔丁醇和硫酸铵构成，会给环境带来潜在的影响。而传统的低共熔溶剂由于不易挥发，很难从目标化合物中分离出来，但是 pH 响应型低共熔溶剂可以通过调节 pH 值实现再生。

该研究中，研究者以 pH 响应型低共熔溶剂替代叔丁醇、蔗糖替代硫酸铵构建新型三相分离体系。结果表明，本研究提出的新型三相分离体系比传统的硫酸铵/叔丁醇三相分离体系能够更高效地分离纯化萝卜过氧化物酶，且低共熔溶剂可实现回收和重复再利用。

研究还发现，低共熔溶剂能够通过调节 pH 值实现再生，再生后的低共熔溶剂提取萝卜过氧化物酶的回收率和纯化倍数显著提高。该研究提出的三相分离新方法在生物活性成分绿色分离方面具有潜在的应用前景。

精油植物废料可作饲料添加剂

科技日报 2023. 7. 11

俄罗斯科学家提议利用精油植物的加工废料作为牲畜饲料的有用添加剂，这种方法具有很大的经济效益。相关研究发表在《农业》杂志上。

顿河国立技术大学的科学家团队证明，精油植物加工废料表现出明显的益生元活性，可用作饲料成分。在研究了俄罗斯南部各个农业生产厂的植物废料后，他们发现了3种作物的油粕具有很高的益生元特性。

该校农工系主任德米特里·鲁多伊表示，芥菜、亚麻荠和薰衣草的加工废料能够增强乳酸菌的产酸特性，从而提高肠道环境的酸度。这会导致肠球菌、大肠杆菌和乳糖阳性细菌的数量减少，而这些细菌数量过多对身体是危险的。

鲁多伊称，精油植物的加工废料量很大，如果在复合饲料中使用少部分农作物油粕，获得的直接经济效益将很高。

我国科学家开辟废弃聚乙烯塑料循环升级新途径

中国电力报 2023. 7. 5

近日从中国科学技术大学获悉，该校曾杰教授课题组在塑料循环升级领域取得突破性进展。研究人员设计出一种“氢呼吸”策略，在无须额外添加氢气或溶剂的情况下将高密度聚乙烯塑料转化为高附加值的环状烃类，为废弃塑料的“人工碳循环”提供了新方法。

聚乙烯塑料是五大通用塑料之一，其稳定性很高，难以自然降解。考虑到聚乙烯和石油相似的化学结构与组成，在此项研究工作中，曾杰等人借鉴石油工业的技术，把废弃聚乙烯塑料当成一种“固体石油”，来加工制备石油基下游化学产品。

石油工业中的两个过程引起了研究人员的注意：一个是短链的汽油馏分催化重整得到更高附加值的环状烃，这个过程会产生氢气；另一个是重质油加氢裂化制备短链烃，这个过程会消耗氢气。在这两个过程的启发下，研究人员设计出了一种“氢呼吸”策略用以降解高密度聚乙烯塑料。他们开发的分子筛负载金属钨催化剂，可以一边让塑料成环脱氢变成环状烃，“呼”出氢气，一边又让塑料“吸”入其自身释放的氢气，并裂解变成短链烃。

这一策略利用聚乙烯自身的氢原子替代外加的氢气，实现了氢元素的“自产自销”，不仅降低了成本，还得到了更高价值的环状烃产物。据了解，环状烃是一种重要的石油化学产品，可以作为合成药物、染料、树脂和纤维的原材料，用途广泛。

中国科学院院士、中国科学院化学研究所研究员韩布兴评价道：“这项研究工作将废弃聚乙烯塑料这类环境污染物用于制备石油基化学产品，为废弃塑料的‘人工碳循环’提供了新方法，为石油的部分替代提出了新思路。”

研究成果日前发表于国际权威学术期刊《自然·纳米技术》。

废弃桃枝变身有机肥

北京平谷“生态桥”工程变废为宝，村民既省钱又增产增收

中国环境报 2023. 7. 31

为深入打好农业农村污染治理攻坚战，近年来，北京市因地制宜采取资源化、特色化、生态化方式，已完成 2400 多个村庄的美丽乡村建设任务，村民获得感、幸福感得到大大提升。

眼下，“中国大桃之乡”平谷的田间地头里桃香阵阵。谈到村里的“生态桥”工程，刘家店镇寅洞村的村民们高兴得合不拢嘴。以前堆在房前屋后、碍眼又碍事儿的废弃桃枝，现在只要拉到村里的“生态桥”工程基地，就能领到同等重量的有机肥，不仅省钱，还实现了增产增收。

平谷胡家店村民赵会琴告诉记者：“我家有 11 亩多地，一年向‘生态桥’上交 9 吨左右，一车废弃桃枝子能换一两袋有机肥，一年下来能节省几千块钱的化肥（钱）。”

优越的生态资源禀赋为平谷区发展生态低碳农业奠定了坚实基础。据介绍，平谷大桃现在共有“黄白蟠油”四大类 200 多个品种，2022 年又引进了就是 41 个品种，品牌价值达 101.84 亿，销售量约为 2.6 亿斤，销售额突破 11 亿元。平谷区现有果林面积 17 万亩，其中大桃 8.5 万亩面积，为了实现大桃种植的产业化、规模化、优质化，平谷区将在 2023 年力争把大桃种植面积提升到 10 万亩。

2022 年，平谷区政府与中国环保集团合作组建中节能生态桥（北京）环保有限公司，充分发挥国企优势，有效落实“双碳”目标，探索碳汇交易，助力平谷区低碳农业发展。

平谷区刘家店镇镇长张晓臣介绍，“生态桥”并不是一座实体桥，而是一个把生态循环、基层治理二者融为一体的大型惠民工程，它是由村里的原化肥厂升级改造而来。村民通过称重上交农业废弃物，可免费获得同等重量的有机肥料和生态文明积分，参与到农村基层治理的方方面面。

“通过‘生态桥’工程发酵制成的有机肥，可以还田，改善土壤的肥力，提高大桃的品质和口感。平谷区每年大概有 30 万吨的农业废弃物，基地每年约生产 12 万吨有机肥。”张晓臣说。

桃枝等农业废弃物变废为宝，农村村居环境得到大幅改善，这也为建设美丽乡村、涵养生态价值开辟了一条新思路。

张晓臣说：“以我们刘家店镇来说，PM2.5 年均浓度从 2019 年的 49 微克/立方米降到了 27 微克/立方米。”

“生态桥”工程只是北京近年来进行农业农村污染防治攻坚战的小小缩影。在大兴区，“农村小微生态湿地”治理模式让昔日“臭水坑”摇身一变成为生态景观；在密云水库一级保护区，农作物种植已全部使用优质有机肥；在顺义区，2700 多户果农收到了发放的有机肥，果园土壤质量有保障。

来自北京市农业农村局的数据显示，通过改进施肥方式、推广应用有机肥和农作物病虫害绿色防控产品等措施，切实推进了化肥农药减量增效。2022 年，北京市化肥利用率达到 41.3%，农药利用率达到 45.36%，农膜回收率达到 93.1%。通过农业机械化应用带动农作物秸秆综合利用水平提升，多年来，全市主要农作物秸秆综合利用率保持在 98.5%以上。2022 年，全市规模养殖场粪污处理设施装备配套率持续保持 100%，畜禽粪污综合利用率达到 96%以上。

北京市生态环境局土壤生态处处长许艺凡介绍，北京市印发实施了《北京市落实农村一线技术帮扶〈农业农村污染治理攻坚战行动方案（2021-2025 年）〉实施方案》，明确了农村环境整治、种植业污染防治、养殖业污染防治、监测监控、长效机制等具体任务，生态环境、农业农村、城市管理、水务等多部门协同推进农村农业污染治理。近年来，北京市农村基础设施日趋完善，生态环境质量不断改善，村容村貌有效提升，污水处理设施覆盖 2000 余个村庄，行政村生活垃圾处理率达 99%以上，农村卫生户厕覆盖率提高到 99%以上，农村三类及以上公厕比例达 99%以上，基本完成农村小微水体治理。首都乡村正展开一幅绿色和美、宜居宜业的“田园牧歌”新画卷。

五、太阳能

日研制新一代太阳能电池

参考消息 2023.7.2

日本 EneCoat 技术公司和丰田汽车公司 6 月 27 日宣布，将共同研发被视为新一代光伏电池首选的“钙钛矿型光伏电池”。EneCoat 位于京都府久御山町，是源自京都大学的日本

初创企业。公司目标是，到 2030 年将钙钛矿型光伏电池搭载于纯电动汽车（EV）的车顶等。EneCoat 计划通过与丰田合作解决大型化和耐久性的课题，推动钙钛矿型光伏电池实用化。

EneCoat 和丰田于 5 月启动车载面板的联合研发。双方要调整在光伏电池领域作为替代硅的材料而备受关注的钙钛矿的成分等，将发电效率从目前与硅基本相同的水平最大提高五成。这是丰田首次披露与外部企业推进联合开发钙钛矿型光伏电池。

丰田正针对普锐斯的插电式混合动力车（PHV）车型和部分 EV 提供在车顶安装光伏电池的制造商选配。以 2023 年上市的普锐斯为例，可以搭载 1 平方米左右的硅制面板，价格为 28.6 万日元（约合 2000 美元）。在正常气象条件下，每年可产生行驶约 1200 公里所需电力。

丰田可再生能源开发负责人增田泰造不无期待地表示：“如果放置在车顶以外的发动机罩等之上、使面积再扩大一倍，理论上能产生约 3 倍的电力，可供汽车行驶 3600 公里。”

普通私家车年行驶里程约为每年 1 万公里，按前述计算结果，其中三分之一可以用太阳能来满足。如果日常驾车距离较短，则几乎不需要充电。斯巴鲁和韩国现代汽车等也有光伏电池汽车业务，但据丰田介绍，仅靠太阳能即可满足实际使用的汽车很少见。

EneCoat 的社长加藤尚哉指出：“与硅相比，钙钛矿型光伏电池制造工序较少，有望降低成本。”公司将充分利用钙钛矿易弯曲的特性，探寻与车身设计相匹配的光伏电池形状。

另一方面，也存在技术课题。EneCoat 在 2022 年与 Macnica 公司使用 7.5 厘米见方的面板试制了产品，但车载用电池需要数十厘米见方的面板，相关大型产品的生产尚未开始。

除了需要使钙钛矿结晶薄膜均匀铺开的技术和制造设备之外，产品还要有耐久性，即使车身震动或被雨淋湿也不会损坏。

富士经济数据显示，全球钙钛矿型光伏电池市场规模到 2035 年将达到 1 万亿日元，增至 2022 年的 31 倍。积水化学工业、KANEKA 和东芝等日企都在争取实用化，包括中国企业在内的开发竞争正日趋激烈。EneCoat 将通过与丰田合作，开拓有望比定置式电池获得更高利润率的车载市场。

废旧光伏组件流向何处

经济日报 2023. 7. 2

中国绿色供应链联盟光伏回收中心提出

截至 2030 年

●中国光伏组件废弃量将达到 18GW 左右、废弃量约 140 万吨、产值约 130 亿元
到 2040 年

●光伏组件累计废弃量将达到 253GW、废弃量约 2000 万吨、产值规模 1500 亿元
光伏组件中

●玻璃约 70%、铝材 18%、硅材料 3.5%、有色金属铜约 1.5%、稀有金属约 1%、黏合封
胶 6%

据中国电力企业联合会 2022 年光伏累计装机容量已达到 392.61GW 同比增长 28.07%

中国光伏产业发展已有 10 多年历史。近年来，随着光伏组件产品升级更新和部分组件
寿命逐步到期，光伏组件“退役潮”正在加速到来。海量的废旧光伏组件如何处理？它们流
向了哪里？光伏组件回收与循环利用产业链的“最后一公里”是否已经打通？

市场发展空间广

“去年废旧光伏组件仅回收 1000 吨，今年顶多回收 5000 吨，但跟满负荷 2 万吨的处理
能力比起来，原料回收这块一直处于紧缺状态。”记者在江苏部分废旧光伏组件回收企业采
访时，听到最多的话就是货源不好找，企业“吃不饱”。

江苏常州瑞赛环保科技有限公司是国内首家专业从事报废光伏组件拆解技术研究的民
营科技企业，该企业几乎参与了光伏回收产业所有标准的制定，但公司的废旧光伏组件回收
业务量一直不算大。这段时间，公司副总经理庄虎梁一直在为建立健全光伏组件回收与再利
用准入门槛和行业规范而奔走呼吁。

“光伏组件的主要构成材料如玻璃、铝框、焊带、电池片等都属于可循环利用的资源，
废旧光伏组件可以通过物理法、化学法、热解法等多种技术路径去拆解处理，但同时每种方
法都会有不同的‘三废’产生。如果废旧的光伏组件没有流向正规的处置利用单位，不仅不
利于资源的循环再生利用，更会产生较大的环境污染隐患。”庄虎梁说，新兴固废回收产业
在其发展初期，会存在一段时间的无序竞争，光伏回收产业也不例外，但显然，这个无序竞
争期越短，越有利于光伏回收产业的高质量发展，对生态环境的负面影响也越小。只有把好
废旧光伏组件回收处置利用这道光伏产业链“最后一公里”关口，才能真正实现光伏产业的
绿色闭环与高质量循环利用。

太阳能光伏组件的使用寿命一般可以达到 25 年以上。眼下，光伏技术发展较快，不少
光伏发电项目业主正在考虑提前更换转换效率更高的光伏组件（同等面积 2023 年产品的发
电量大概是 2008 年产品的 2 倍左右）。

在光伏组件回收领域，江苏很具代表性。江苏省光伏产业协会秘书长范国远表示，世界

光伏看中国，中国光伏看江苏。我国是全球较早发展光伏产业的国家之一，江苏早在 2009 年就出台了光伏发电扶持政策，启动光伏电站建设，目前总装机容量已经接近 30GW，位居全国第一方阵。随着光伏板使用年限的推移和新产品的迭代升级，2025 年左右江苏将迎来光伏板的“迭代潮”，2030 年后将迎来“退役潮”。

“目前来看，市场上的废旧光伏组件体量开始逐渐增大，光伏组件回收再利用或将成为新能源领域的下一个蓝海，但光伏组件回收赛道尚未释放出多少市场红利，因为相当一部分废旧光伏组件并没有进入合规企业进行回收分解再利用。”范国远说，废旧光伏组件的常规处理方式有三种：一是降级使用或修复后使用；二是采用拆卸方式提取有价值部分，丢弃剩余部分，但会对环境产生不利影响；三是委托有专业环保资质的专业组件回收企业，采用科技手段提取铝、银、硅、玻璃等回收再利用。其中，运用科技手段再利用是废旧光伏组件回收最绿色和低碳的科学方法。

回收处理压力大

“我们发现废旧光伏组件目前主要流向一些小微企业和个体户等小作坊，他们拆解售卖铝合金等有价值的部分，剩余部分采取堆砌、填埋或者焚烧的方式处理，几乎不承担环保成本。”专门研发废旧光伏组件回收全套解决方案的意诚新能（苏州）科技有限公司研发总监张鑫调研发现，因为没有环保处理的环节，很多小作坊在废旧光伏组件回收价格上具有很大吸引力。

张鑫给记者算了一笔账，因为废旧光伏组件中能够提炼出银，一片带铝合金边框的废旧光伏组件回收价格已经超过 55 元，加上物流费用和环保成本，回收成本要涨至 80 多元，一吨带框的废旧光伏组件回收价格炒到了 3000 元，远超企业承受能力。“小作坊粗放式的提炼方式完全不考虑环保成本，因此还有盈利空间，相比之下，正规企业如果按这个价格回收，将百分百亏损。”张鑫说。

“光伏组件废弃物中既含有硅、银、铜等有价值的资源，也含有铅、镉、镉、氟等有害物质。粗放式焚烧、堆砌，不仅一些有价值的资源不能再利用，还会对环境产生有害影响。”范国远表示，粗放的回收模式不仅对环境造成严重污染，还导致劣币驱逐良币。造成目前这种情况的原因是对废旧光伏组件的性质界定尚不明确，从报废到拆解、分解、再利用的循环过程中，技术、标准、管理政策方面空白较多，缺少政策及标准的约束，同时废旧光伏组件处理商业模式还未成熟，阻碍了光伏产业的健康发展。

据中国光伏行业协会预测，到 2025 年，全国累计退役光伏组件将达到 9GW 左右，当年度退役组件超 2.7GW；从 2030 年起，光伏组件退役量将迅速增加，当年度退役光伏组件将

达到 15GW，并于 2034 年首次达到顶峰，一个千亿元级废旧光伏组件回收蓝海市场正在加速形成。

常年从事光伏产业发展研究的南京航空航天大学经济管理学院教授张钦在接受记者采访时表示，废旧光伏组件的绝大部分材料可以进行回收再利用，这是一个巨大的新兴市场，但目前市场还处于初级发展阶段，准入门槛、行业规范不完善等问题亟待解决。

政策体系待完善

今年 1 月份，工信部等六部门发布《关于推动能源电子产业发展的指导意见》，进一步要求加快构建光伏供应链溯源体系，强调推动光伏组件回收利用技术研发及产业化应用。国家能源局近日发布的《〈关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案〉案例解读》也提出，要大力推动退役风电机组、光伏组件回收处理技术和相关产业链发展。

“政策层面上，对于光伏组件回收再利用工作重视程度越来越高，针对废旧光伏组件回收处理的专项政策制定步伐正在逐步加快。目前，江苏省光伏产业协会受江苏省工信厅委托正在开展太阳能光伏组件回收、利用与对策研究课题，重点研究光伏废旧组件回收技术、政策等，为江苏光伏产业的健康发展保驾护航。”范国远说。

在“双碳”目标推动下，绿色低碳循环经济已成为我国经济社会发展的一项重大战略，废旧光伏组件的回收与处理是光伏行业循环经济发展的重要一环。

庄虎梁说，经过多年的科技研发和创新积累，公司已经储备了多项技术，并参与制定了国家标准《晶体硅光伏组件回收处理方法 物理法》、团体标准《晶体硅光伏组件报废指南》和《退役光伏组件回收处置与利用碳排放量核算》等，相信随着行业标准的统一，企业将为光伏新能源产业实现绿色闭环、高质量循环发展贡献更多力量。

“随着光伏组件回收市场的体量越来越大，应该将光伏回收纳入资源回收利用和新能源产业发展的整体规划，建立健全光伏组件回收标准体系、责任主体和生产责任等制度。”张钦建议，当前，数字技术发展如火如荼，光伏组件回收应通过数字化手段，搭建光伏组件回收网络平台，提升光伏组件回收的可溯源性，实现从生产到回收全程跟踪，用“互联网+”助力光伏回收产业健康有序发展。推动形成政府牵头主导、企业主体负责的市场秩序，延伸光伏企业社会责任链条，同时建立对光伏组件回收产业发展补贴机制，提高企业参与光伏组件回收的积极性。

钙钛矿电池研发升温

中国能源报 2023. 7. 3

一直以来，电池转化效率都是影响太阳能发电效率的主要因素，鉴于钙钛矿的复合氧化物具有独特晶体结构，可显著提高太阳能电池效率，围绕钙钛矿展开的太阳能电池研发如火如荼。6月22日，新加坡国立大学研究团队宣布，其在有效面积为1平方厘米的钙钛矿太阳能电池板上实现了24.35%的转换效率，打破此前23.7%的世界纪录。

◆ 新型吸光材料物美价廉

据了解，当前大部分太阳能电池板采用传统硅基和碲化镉薄膜，前者只能吸收太阳光谱中的一小部分，后者成本过高且会给环境带来负面影响。

作为一种新型吸光材料，钙钛矿以高效率、低成本、低能耗、多应用场景等优势被视为太阳能电池最具潜力的材料选择。由钙钛矿制成的电池具有更高吸收系数，可以在阳光光谱上捕获更大范围的光子能量，从而提供更多能量。

钙钛矿电池生产比硅电池更具可持续性。去除硅中杂质需要高温和大量能量，会产生大量碳排放，对尺寸还有一定要求；而钙钛矿电池非常薄，可以涂漆或喷涂在表面，生产成本相对较低。

斯坦福大学分析显示，钙钛矿组件制造成本仅为每平方英尺0.25美元，而同等条件的硅组件制造成本约为每平方英尺2.5美元。

钙钛矿电池不仅可以用于室外太阳能电池板，还可以用于室内物联网电源设备，即使在弱光照下也能工作。

美国CNBC新闻网指出，相较于标准商用硅基电池21%的效率，目前仅以钙钛矿为基础的实验室钙钛矿电池效率已经达到25.7%，而与硅结合的钙钛矿-硅串联电池效率甚至高达31.25%。

◆ “钙钛矿+硅”效率更高

隆基绿能日前宣布，经欧洲太阳能测试机构ESTI权威认证，其在商业级绒面CZ硅片上实现晶硅-钙钛矿叠层电池33.5%的转换效率。这是迄今全球范围内商业级CZ硅片的晶硅-钙钛矿叠层电池最高效率。

美国太阳能设备制造商CubicPV公司自2019年以来一直在开发钙钛矿-硅串联电池，其由底部硅层和顶部钙钛矿层组成，效率可达30%。

CubicPV公司首席执行官弗兰克·范米洛表示：“我们的优势在于低成本制造方法，这

使得产品具有经济性。钙钛矿电池可以从太阳中提取更多能量，相信未来 10 年，整个行业都将转向串联。”

英国钙钛矿太阳能电池制造商牛津光伏公司也在生产钙钛矿-硅串联电池，并声称自己的串联电池效率可达 28%，接下来将开发一种效率达 37% 的多层电池。牛津光伏公司表示，因为串联电池提供更高的能量密度，最初价格将高于传统硅基电池，但从整个使用寿命期间来看，其颇具经济效益。

加州理工学院衍生公司 Caelux 也致力于将串联电池商业化，目前正在与硅基组件公司合作，在传统组件上添加一层钙钛矿玻璃，以将效率提高 30% 或更多。

◆ 商业化面临诸多挑战

不过，钙钛矿电池在进入市场之前，还面临成本、耐用性和环保性的挑战。

澳大利亚新南威尔士大学太阳能电池研究员马丁·格林表示：“最大问题是钙钛矿-硅串联电池是否具有商业可行所需的稳定性。根据公开数据，这种串联电池即使被仔细封装，也只能在户外保存几个月。”

对此，牛津光伏公司首席技术官克里斯·凯斯表示，其钙钛矿-硅串联电池示范版本通过了预测太阳能组件使用寿命的加速压力测试，设计寿命可达到 25 年至 30 年。

欧洲钙钛矿科技公司 Evolar 于去年对其封装、半透明独立钙钛矿模块展开可靠性测试。结果表明，如果部署在室外，这些电池可以使用长达 25 年。值得一提的是，美国最大太阳能公司第一太阳能日前以 3800 万美元价格收购了 Evolar 公司，旨在助推其钙钛矿电池技术商业化。

据了解，Evolar 公司利用独特的蒸发技术涂覆钙钛矿薄膜层，可实现以最低成本将电池能量提高 25%。同时，该公司还在开展钙钛矿电池生产线的商业化推广，该生产线可以无缝集成到硅生产线中，作为串联电池生产升级。

美国 CNBC 新闻网报道称，目前，全球多家企业都在尝试钙钛矿电池商业化生产。今年初，日本积水化学工业株式会社和日本电信电话株式会社子公司 NTT Data 在东京和大阪建筑物外部安装了钙钛矿电池，旨在通过一年时间测试其性能。松下公司则发明了一种喷墨打印机，可以打印出各种尺寸和形状的不透明钙钛矿电池，可安装在窗户、墙壁、阳台和其他表面的普通玻璃上。

日本桐荫横滨大学光电化学与能源教授宫坂力表示，到 2030 年，预计以钙钛矿为基础的电池将占太阳能电池市场一半以上。

柯拉光伏电站投产发电

国家电网报 2023. 6. 30

6月25日9时，位于四川雅江县柯拉乡的柯拉光伏电站正式投产发电。投产当日，柯拉光伏电站累计发电266万千瓦时。

据介绍，柯拉光伏电站是全球最大、海拔最高的水光互补电站，装机规模达到百万千瓦级，是雅砻江流域清洁能源基地“十四五”时期首个开工建设的水光互补电站。该站的投运对提升四川地区电力保供能力、优化电源结构、实现“双碳”目标具有重要意义。

柯拉光伏电站是国家电网有限公司西南分部首个直接调度管辖的新能源场站。国网西南分部高度重视电站的启动调试工作，在组织保障方面，依托“2+3+2”的工程投产体系，协同雅砻江流域水电开发有限公司建立柯拉投产专班，确保各项投产准备工作按期完成；在技术措施方面，针对本次投产设备多、电压等级多、投产路径和保护配置复杂等问题，组织建设、调试、运行等相关单位多次召开技术方案分析会，全力确保技术措施落地。在启动调试阶段，国网西南分部通过召开早晚例会、派专家组到现场指导等方式，保障柯拉光伏电站送出工程“三站三线”及第一批光伏方阵较原计划提前一天投产。

据了解，柯拉光伏电站与邻近的木绒水电站采用水光互补运行模式，通过发挥木绒水库的调节作用，减少光伏出力波动对电网的影响，提升供电可靠性。国网西南分部将统筹梯级上下游水电站运行、水电站与新能源场站联合运行等情况，科学安排电网与水库运行方式，依法合规开展电力调度，保障柯拉光伏电站清洁能源电力安全高效送出消纳。

锡基钙钛矿发光二极管效率提升至 8.3%

中国科学报 2023. 7. 5

南京工业大学柔性电子（未来技术）学院教授王建浦团队在环境友好型钙钛矿发光二极管领域取得重大突破。该团队基于科学方法构筑的锡基钙钛矿发光二极管器件外量子效率达到8.3%，创下目前锡基钙钛矿发光二极管最高效率纪录。日前，相关成果发表于《自然-光子学》。

金属卤化物钙钛矿材料具有优异的光电性质和可溶液加工特性，在太阳能电池、发光二极管、光电探测器等领域展现出广阔的应用前景。然而，高效钙钛矿发光二极管目前仍以环

境不太友好的铅基钙钛矿为主，这限制了其实际应用。

近年来，该团队相继将锡基钙钛矿发光二极管的外量子效率提高到 3% 和 5.3%，但器件性能仍远低于铅基器件。这主要是由于锡基钙钛矿的结晶速度过快导致形成的薄膜缺陷态较多，而缺陷态往往是发光猝灭中心，使得器件发光效率难以提高。

通过原位光谱表征技术，该团队发现，锡基钙钛矿薄膜生长初期（10 秒内）晶粒的快速聚集是缺陷态形成的主要原因。由此他们摒弃原先“边制膜边完善”的思路，直接在锡基钙钛矿薄膜生长初期进行干预。

“如果将锡基钙钛矿薄膜比作一张煎饼，那么，原先的反溶剂辅助结晶方法就像在一张摊制不均匀的煎饼上附加作用力，让煎饼更平整，溶剂氛围调控结晶方法则是通过控制环境让煎饼更均匀。”论文第一作者、南京工业大学副教授常进表示，他们在钙钛矿前驱体溶液中引入与碘化亚锡等组分有强化学作用的一类添加剂，有效抑制了钙钛矿晶粒的快速聚集，减少了钙钛矿晶体生长过程中发光猝灭中心的形成，使晶粒更加有序地“集结”。

该研究为实现更高性能的锡基钙钛矿光电器件提供了全新思路和途径。

中国科学院深圳先进技术研究院开发仿铠甲型全无机钙钛矿纳米晶薄膜

中国科学报 2023. 7. 17

近日，中国科学院深圳先进技术研究院先进材料科学与工程研究所喻学锋、何睿团队成功制备出仿铠甲型全无机钙钛矿纳米晶薄膜，拓展了钙钛矿纳米晶在光电子器件中的应用，也为纳米晶活性层柔性结构的设计引入了新思路。最新成果发表于《先进科学》。

相比传统高温制备的半导体材料，通过溶液法低温制备的高性能胶体纳米晶材料凭借廉价易得的优势，有望成为推动柔性光电探测器领域发展的重要材料。全无机钙钛矿是半导体纳米材料之一，可直接将纳米晶与柔性衬底集成在一起，极大简化了光电器件的制备流程，且成本低廉，易进行大规模制备。

“然而，钙钛矿容易受环境中水、氧、热等因素的侵蚀，从而影响纳米晶薄膜的柔韧性和光电性能。此外，钙钛矿纳米晶在聚合物基体中的分散性差、体积占比低，导致聚合物基纳米晶复合材料的导电性通常极差，无法在光电器件中应用。”何睿表示。

对此，团队提出了一种“软硬结合”的结构设计策略，通过有机硅烷水解缩聚在钙钛矿

表面进行原位薄层修饰，制备出仿铠甲型全无机钙钛矿纳米晶薄膜。该薄膜在水中浸泡 3 天，在 85℃、相对湿度 85% 的高温高湿环境下老化 54 小时，均表现出较好的稳定性。该研究制备的超薄修饰层并未导致钙钛矿纳米晶薄膜材料绝缘，紧密排列的纳米颗粒阵列可以实现钙钛矿纳米晶体间的电子传递，保持了优异的光电性能。

此外，该薄膜与柔性衬底的相容性和抗形变能力大幅提升。基于此薄膜制备的紫外探测器经过 5000 次循环弯曲依然保持初始性能的 78%，表现出优异的机械稳定性。

全球首个钙钛矿渔光互补电站并网

中国能源报 2023. 7. 17

近日，全球首个钙钛矿渔光互补电站在浙江衢州并网运行。该电站是杭州纤纳光电有限公司继今年年初全球首个钙钛矿工商业屋顶电站并网之后的又一创新，是该公司近期成功并网的第 5 个钙钛矿分布式电站，也是钙钛矿组件首次在复合光伏领域的商业化新应用。

渔光互补作为复合型光伏电站的代表之一，既丰富了钙钛矿组件户外商业化实证的应用场景，为乡村振兴提供了经济发展新路径，同时，也进一步推动了钙钛矿商业化实证与示范进程，为钙钛矿后续技术进阶、产品优化、商业化发展提供了重要的数据支持和经验积累。

据了解，此次并网的渔光互补电站位于衢州市衢江区，当地水面资源丰富，因地制宜地采用“板上发电、板下养殖”模式，一期装机容量约为 260 千瓦，业主单位为衢江建投。据悉，项目采用的是通过中国质量认证中心（CQC）和德国电气工程师协会（VDE）产品稳定性全序列国内外双认证的钙钛矿 α 组件。

浙江的梅雨季，持续阴雨，高温高湿，空气中相对湿度高达 80% 以上，这对钙钛矿光伏系统来说是一个挑战。此前，业界一直认为，钙钛矿材料对水氧较为敏感，传统封装方案很难满足钙钛矿组件在潮湿环境下的稳定性要求。为此，纤纳光电在量产线上不断进行技术提升和工艺改造，自主研发了一套低损伤高阻水阻氧的组件封装方案，有效隔绝水气，耐候高温高湿条件，建立行业对钙钛矿材料稳定性的信心。

未来，复合光伏领域将会成为钙钛矿组件的主要应用市场之一，有效提升单位面积土地的经济效益，将土地综合利用与钙钛矿产业有机结合，走出一条经济发展与生态保护的“双赢之路”，多维度体现绿色科技发展融入乡村振兴的新风貌。（吴伟华）

新型太阳能电池挑战效率理论极限

中国科学报 2023. 7. 12

一种新型太阳能电池打破了硅基电池效率的理论极限，使我们能够从阳光中获得更多能量。

目前，几乎所有商用太阳能电池都是由硅制成的。硅基电池只能将窄频带的光转化为电能，超出或低于该范围太多的光要么直接通过，要么作为热量散失，这导致硅基电池的理论效率极限约为 29.4%。

理论上，如果在硅层的顶部堆叠一种将其他频段范围的光转化为电能的材料，这个极限可能会提高。钙钛矿就是非常适合的材料，因为它更善于吸收接近红外光谱的光。但事实证明，要高效利用它很困难，因为“任性”的电子在转化为电流之前就被重新吸收到晶体中了。

而现在，两个研究小组找到了让钙钛矿与硅适配，实现更高效率的方法。

瑞士洛桑联邦理工学院的 Xin-Yu Chin 和同事通过两步法使硅和钙钛矿协同工作。他们先在硅基电池上涂一层紧密贴合的前体，然后再加入第二层化学品，使其与前体反应形成钙钛矿，设备效率达 31.2%。

Chin 指出，这一过程减少了硅-钙钛矿界面的缺陷，从而增加了可用于产生电流的电子数量。

在另一项研究中，德国亥姆霍兹柏林材料与能源研究中心的 Silvia Mariotti 和同事将液态吡啶二氢碘酸盐注入钙钛矿层，也能减少“任性”的电子，效率达 32.5%。

上述两项研究近日发表于《科学》。

“效率惊人。”英国剑桥大学的 Kyle Frohna 说，然而这样的效率实现仅限于比商业用途所需尺寸小得多的太阳能电池。

5 月，英国钙钛矿太阳能电池公司牛津光伏证明了钙钛矿硅串联电池可以大规模生产，尽管其效率为 28.6%，略低于上述效率。

“如果能大规模生产这种产品就太棒了，唯一需要注意的是，要确保它们能够稳定、持续地产生电能。”Frohna 说。

中国科学院大连化学物理研究所系统探究影响柔性钙钛矿 太阳能电池机械性能的关键

中国科学报 2023. 7. 19

近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员杨栋和刘生忠团队在《德国应用化学》发表了关于柔性钙钛矿太阳能电池的综述文章，系统探究了影响柔性钙钛矿太阳能电池机械性能的关键因素，指出了该领域目前所面临的挑战并展望了未来应用前景。

柔性钙钛矿太阳能电池具有质量轻、功质比高、与曲面兼容等优点，使其在可穿戴、自供电便携式电子产品等方面表现出突出优势。由于此类电池要求各个功能层都具有出色的机械性能，而各功能层在重复弯曲过程中柔韧性差异和界面接触等问题，致使其机械性能会逐渐降低。

该综述文章通过对柔性钙钛矿太阳能电池最新研究进展和实际应用的总结分析，证明了提升电池机械性和环境稳定性的重要途径在于选择合适的柔性衬底、载流子传输层以及柔性电极。同时，团队进一步对添加剂工程、界面修饰工程、新型功能层材料等进行了讨论，证实了这些因素是改善柔性钙钛矿太阳能电池性能的关键因素。

此外，团队还从化学角度总结了各功能层的组成和性质，从物理角度分析了各功能层的各项参数，包括杨氏模量、热膨胀系数、厚度和拉伸应变力等对柔性钙钛矿太阳能电池机械性能的影响。这些化学和物理参数是描述材料变形能力的内部因素，对于分析柔性钙钛矿太阳能电池的机械性能具有重要意义。

中国首款柔性太阳翼平板式通信卫星升空

将为低轨通信卫星星座快速部署提供技术支撑

南方日报 2023. 7. 24

7月23日，银河航天灵犀03星在太原卫星发射中心使用长征二号丁运载火箭发射升空，卫星顺利进入预定轨道，发射任务获得圆满成功。银河航天灵犀03星是我国首款使用柔性太阳翼的平板式通信卫星，此次发射也是我国首次在轨对多星堆叠发射技术进行验证，将为我国低轨通信卫星星座的快速部署提供技术支撑。

据悉，卫星配置了数十吉比特每秒容量的毫米波多波束数字载荷，用于验证下一代低轨

宽带卫星通信以及超大能源、主动热控、工业一体化成型结构、多星堆叠压紧释放等技术。

不同于以往的卫星大多拥有一双“翅膀”，通常使用的是刚性太阳翼，银河航天灵犀 03 星仅拥有一只“翅膀”，而且是非常薄的柔性太阳翼，单层柔性太阳能电池板厚度仅 1 毫米左右，可以像折扇一样折叠起来，装在火箭里时为折叠状态，主体厚度仅为不到 5 厘米。在轨工作时，这只“柔性翅膀”拉开长度约 9 米，宽度超过 2.5 米。

专家告诉记者，这种柔性“翅膀”具有体积小、重量轻、模块化等特点，更易于收纳，同样质量下面积更大，能吸收更多太阳能，适合卫星大批量堆叠发射，有助于加快卫星互联网建设。

据了解，这颗卫星的主要功能为低轨道宽带通信，卫星配备的“数字载荷”可以通俗理解为卫星安装了智能“大脑”，可以使卫星灵活调配自身的通信资源，根据业务需求，自动进行运算并进行波束的调配。

从外形来看，这颗卫星的构型犹如汽车的底盘，它也是我国首款卫星主体结构采用一体化成型的卫星，采用整体铸造技术，更容易后续批量生产。此外，卫星还采用开放式结构，单机设备直接暴露在太空环境中，没有“外壳”包裹，这对于卫星电子产品的空间环境保护、温度控制等有较高要求，为此卫星配置了主动热控流体回路，相当于为卫星配置了“空调”能主动调节，让它在舒适的温度下工作。

银河航天首席技术官朱正贤表示，后续研制团队将加速可堆叠平板卫星的批量研制，面向手机直连卫星的相控阵天线、星上大能源、数字处理载荷等核心技术攻关，携手产业链上下游，加速卫星互联网建设。

太阳能转化氢效率创新纪录

科技日报 2023. 7. 25

美国莱斯大学工程师将下一代卤化物钙钛矿半导体与电催化剂相结合，研制出了一款耐用、成本效益高且可扩展的光电化学电池，其能以 20.8% 破纪录的效率将太阳能转化为氢气。最新设备可作为一个化学反应平台，利用太阳能产生燃料。相关论文刊发于最新一期《自然·通讯》杂志。

研究团队表示，利用阳光作为能源制造化学品是清洁能源经济领域的最大难题之一，他们希望建立经济可行的平台，利用太阳能产生燃料。鉴于此，在最新研究中，他们设计出能

将吸收的光转化为电，并利用转化而来的电力完成水解反应生成氢气的光电化学电池。

迄今，利用光电化学技术生产绿氢（由太阳能等可再生能源产生的氢）一直面临半导体效率低且成本高两大障碍。研究团队还有一个必须要克服的挑战是，卤化物钙钛矿在水中极不稳定，用于让半导体绝缘的涂层要么会破坏其功能，要么会损坏它们。

经过多次尝试，研究人员终于成功找到了解决方案。他们认为屏障需要两层，一层用来阻挡水；另一层用来在钙钛矿层和保护层之间形成良好的电接触。最终在使用卤化物钙钛矿半导体的情况下，光电化学电池的效率达最高。

团队表示，所有此类设备都只使用阳光和水来生产绿氢，但此次研发的设备独特之处在于，它将太阳能转化为氢的效率创出新纪录，而且其使用的半导体非常便宜。研究人员希望这样的系统可成为一个新平台，仅以阳光为能量输入，驱动电子发生反应，并生成燃料。

有机太阳能电池即将取得突破

参考消息 2023. 7. 26

当卡尔·莱奥望向一排排房屋时，他首先想到的是潜力。他说：“几乎每个屋顶都必须安装太阳能设备。”但这位德累斯顿工业大学的物理学教授也知道这有多难。

屋顶有弧度或角度，窗户不能被遮挡。太阳能电池技术领域的顶尖学者之一莱奥解释说：“这导致很多宝贵的空间无法使用。”

德国各联邦州有关在新建筑上安装太阳能设备的规定目前都在不同程度上更加严格，原因是德国计划到 2035 年全部改用绿色电力。德国《可再生能源法》规定，德国 2030 年光伏累计装机容量应达到 215 千兆瓦。因此，按照联邦经济部的光伏战略计划，光伏新增装机容量必须从 2022 年的足足 7 千兆瓦增加两倍，达到每年 22 千兆瓦。

实现这些目标需要较多的空间。科学家们已经开发出有望解决这一问题的新型太阳能电池板：有机太阳能电池。轻薄且可弯曲的有机太阳能电池不是由硅而是由碳氢化合物组成。这会带来无限的可能。

曲面屋顶、车身和飞机机翼的静力学特征至今还不适合安装传统的硅组件。而新型柔性太阳能电池不仅可以用于这些地方，甚至可以安装在玻璃幕墙和窗户上，因为它们只吸收部分可见光。

转化率较低是具有诸多优点的有机太阳能电池尚未得到广泛应用的主要原因。传统硅组

件可将 20%的太阳能转化为电能，而有机太阳能电池的转化率仅为 9%。

亚洲地区能以更低的成本生产太阳能电池，还拥有大量生产传统太阳能电池所需的稀土。有机太阳能电池则不需要这类原材料。这种能源获取新方式有望将一部分太阳能产业带回德国。

莱奥称：“要想在竞争胜出，我们要么生产成本更低，要么拥有专利和技术。”有机电池可能就是问题的答案。他还说道：“我们拥有材料、组件和制造技术方面的知识和实用的基础专利。”

莱奥呼吁投入更多研究资金，以促进德国在该领域加快发展。他认为：“如果科研项目能够得到更有力的支持，我们将大有作为。”

莱奥自上世纪 90 年代以来一直在德累斯顿工业大学从事有机太阳能电池的研究。除他之外，来自世界各地的大约 30 家企业和数十家研究机构也进行着相关研究。2006 年，这位物理学家与德累斯顿工业大学和乌尔姆大学的其他 5 位科学家共同创建了 Heliatek 公司。该公司自 2019 年起开始批量生产有机太阳能电池，是该领域的全球市场领导者。

德国意昂能源集团就是该公司的客户，其他客户还有韩国技术巨头三星以及来自法国、西班牙、英国、新加坡和日本的企业。赫利亚技术公司的主管吉多·范塔特韦克表示，来自东南亚的需求增长尤为强劲。

上半年光伏制造端主要环节增长超 60%

新增装机同比增长 154%，光伏产品出口超 290 亿美元

中国电力报 2023. 7. 25

近日，光伏行业 2023 年上半年发展回顾与下半年形势展望研讨会召开。会议指出，今年上半年，我国光伏行业在多晶硅、硅片、电池片、组件 4 个主要环节的增长速度都超过了 60%。

在制造端，各主要环节均实现快速增长。2023 年上半年，我国多晶硅产量超过 60 万吨，同比增长超过 65%；硅片产量超过 2.5 亿千瓦，同比增长超过 63%；电池片产量超过 2.2 亿千瓦，同比增长超过 62%；组件产量超过 2 亿千瓦，同比增长超过 60%。

在应用端，光伏发电新增装机规模同比增长 154%。今年 1~6 月，我国光伏发电新增装机规模 7842 亿千瓦，同比增长 154%，已超 2021 年全年装机总量。

进出口方面，2023 年前六月，我国光伏产品整体出口情况良好，硅片、电池片、组件的出口总额初步测算超 290 亿美元，同比增长约 13%。从出口产品结构看，伴随我国光伏企业海外布局的持续加快，强盛需求带动硅片、电池片的出口占比有所提升，组件出口占比相对减少。从出口地区看，硅片、电池片、组件分别以东南亚地区、亚洲地区、欧洲为主要出口市场。其中，尽管非洲在今年 1~5 月实现了组件出口额的大规模增长，但因市场装机速度小于组件出口速度，未来或难以维持高比例增速。

会议指出，从 2023 年年初到现在，我国光伏供应链价格下降最快的环节较去年最高点的下降幅度超过了 78%。同时，今年以来，受硅料价格持续下行影响，我国光伏供应链价格经历了短暂反弹后持续下滑，一定程度上提高了用户的降价预期。

当前，中国光伏行业协会已将 2023 年我国光伏新增装机预测规模从 0.95 亿千瓦至 1.2 亿千瓦上调至 1.2 亿千瓦至 1.4 亿千瓦。同时，受消纳、电力市场化交易、源网建设进度等不确定性因素影响，市场发展前景仍存较大不确定性。

2022 年全球光伏新增装机同比增长 35.3%

中国电力报 2023.7.26

近日，中国光伏行业协会发布报告指出，2023 年，全球光伏市场需求持续保持旺盛

2022 年全球光伏应用市场整体情况

尽管面临疫情干扰、产业链价格波动和欧洲地缘政治紧张局势的影响

2022 年全球光伏新增装机 230 吉瓦同比增长 35.3%

累计装机容量约 1156 吉瓦

主要光伏市场政策变化情况

在全球碳中和背景下，许多国家将发展包括光伏在内的可再生能源作为其碳中和路径中的一项重要内容，并提出或更新了光伏发展目标。此外，随着光伏市场规模的扩大以及国际地缘经济政治格局的复杂化，越来越多的国家将发展本土光伏产业作为其保障能源安全、提高全球产业竞争力、增加本国就业的一项重要举措。

美国 从支持创新到应用，全产业链条发展本土光伏

欧盟 以增强能源安全为目标，提高光伏目标、加强供应链韧性

印度 努力推动国内光伏产业发展

其他国家通过多种措施鼓励光伏产业发展

全球光伏市场展望

全球光伏市场需求保持旺盛

在应对气候变化的背景下，全球各国高度重视可持续发展，大力支持绿色低碳能源转型，在可再生能源技术突破和政策工具的驱动下，全球光伏市场规模保持良好发展态势

各光伏主要国家和地区综合施策持续推动光伏制造本土化

光伏产业作为能源转型中关键的战略性新兴产业已成为各国关注的焦点，在有些国家甚至将其提升至经济安全层面加以统筹。这让许多国家更加重视生产本地化从而降低对外依赖度

随着光伏在能源领域的重要性不断增强，越来越多的国家和地区对支持光伏制造本地化的意愿越来越强。预计未来全球光伏供应链的布局可能发生变化

光伏与其他产业融合应用更加趋于多元化

在越来越多的国家和地区，光伏已经成为最具竞争力的电源形式之一。这也为光伏与其他产业相结合开辟出了更多的发展空间，光伏应用模式更加趋于多元化。随着可再生能源的大发展，需要储能等作为支撑，光伏与储能相结合模式将成为未来能源发展的一个主要模式，光伏和储能将共同迎来巨大的潜在市场

隆基绿能助力世界单体容量最大“盐光互补”项目并网

中国能源报 2023. 7. 24

近日，世界单体容量最大的“盐光互补”项目——天津海晶 100 万千瓦“盐光互补”光伏项目并网发电。该项目是中国华电电力装机规模突破 2 亿千瓦的标志工程之一，同时也是天津市能源绿色低碳转型发展的重要项目。该项目在有力提升华北地区电力保供能力的同时，探索出光伏发电、水面治理和水下养殖的复合产业模式。

天津海晶 100 万千瓦“盐光互补”光伏项目占地约 24000 亩，项目每年可发 15 亿千瓦时绿电。与相同发电量的火电相比，每年可节约标煤 50 万吨，同时还可节约大量淡水资源。

●生态效益与经济效益双赢

近年来，随着技术不断进步和政策的逐步完善，我国沿海地区开始大力发展海上光伏。天津滨海新区明确提出海上光伏发展计划，实施新能源发展空间布局专项规划，重点支持利

用油田、盐田等土地资源，建设新能源项目。

作为港口城市，得益于天津港的天然优势，天津吸引众多出口型企业投资。通过消纳绿电折抵碳税的方式降低碳税费用，成为企业增强竞争力、实现可持续发展的选择。

天津海晶 100 万千瓦“盐光互补”光伏项目也是光伏应用场景跨界融合的一次有益探索。项目相关负责人表示，核心理念是将盐田和光伏发电有机结合起来，在保证“土地性质不变、盐田收益不降、生态环境不变”的前提下，实现生态效益与经济效益双赢。

●定制化产品满足更高要求

海上严苛的自然环境对产品和解决方案提出更高要求。

据中国华电集团天津分公司的技术人员介绍，普通海水的盐度是 18000 毫克/升到 19000 毫克/升，具有极高的腐蚀性，而海晶盐田的盐度均达到 20000 毫克/升以上，部分盐池甚至高达 80000 毫克/升，属于超腐蚀环境。此外，项目地最大瞬时风速高达 52.7 米/秒，对组件产品的抗风能力提出严苛要求。

“为保证电站在严苛自然环境下的长期价值，我们对隆基绿能 Hi-MO 5 组件进行定制优化，进一步提升产品可靠性，凭借优异的产品性能与中国华电集团天津分公司达成 900MW 光伏组件供应合作。”隆基绿能中国地区部副总裁姚丰表示。

在项目设计阶段，为提供最优化方案，隆基绿能项目组多次前往山东、江苏、浙江等沿海省份，考察已并网运行的水面电站，结合丰富的实践经验及数据积累制定出多套产品解决方案，充分论证成本差异，最终为客户定制 Hi-MO 5 高效双面双玻双层氧化膜产品。同时，根据当地太阳运行轨迹，组件坡度精确设计为 17 度，光伏阵列设计间距达到 14 米，将光伏板对水面遮挡以及对盐业生产的影响降到最低。

“我们创新性地引入铝合金边框阳极氧化+电泳双层氧化处理方案，产品的抗盐雾腐蚀能力得到显著提升。”项目技术经理王海法说，“双面双玻组件的阻隔性能更好，能避免水汽、空气等透过玻璃进入组件内部导致衰减，组件背面还可利用水面反射光发电，为项目带来 5% 左右的发电增益。”隆基绿能定制化 Hi-MO 5 高效双面双玻双层氧化膜产品成功通过 TÜV 南德基于 IEC61701 盐雾 8 级测试、TÜV 北德最大 60 米/秒（16 级风）的风洞测试及美国 RETC 加严 PID300h 的测试，是产品抗腐蚀、抗风及抗衰减能力的最佳保障。

除了组件，需要在盐水中驻扎 25 年以上的水泥桩基也面临严峻考验。据华电技术人员介绍，项目采用的桩基长度在 13-18 米间，通过在普通混凝土中掺加抗磷酸盐和矿物质掺和料、在钢筋中加入阻锈剂，以及在桩基表面涂抹防腐材料环氧树脂漆等综合措施，可满足抗腐蚀要求。

一块块光伏板、一根根支架组成的光伏阵列宛如一片耀眼的海上太阳能花海，勾勒出科技创新与生态环境结合的美丽新景象。

新能源 REITs 落地

国家电网报 2023. 7. 25

试点 3 年的公募 REITs 在新能源领域实现突破。2023 年 3 月，新能源 REITs 产品——中信建投国家电投新能源 REIT 和中航京能光伏 REIT 落地。至此，沪深上市公募 REITs 产品数量达到 27 只，发行总规模超过 900 亿元。中信建投国家电投新能源 REIT 的底层资产是江苏省盐城市的滨海北 H1、滨海北 H2 海上风电和配套运维驿站项目；中航京能光伏 REIT 底层资产是陕西榆林 300 兆瓦光伏发电项目和湖北随州 100 兆瓦光伏发电项目。

市场对这两只新能源公募 REITs 产品报以极大的热情。而新能源 REITs 兴起，仍有“成长的烦恼”。

底层资产扩容下的“香饽饽”

REITs 英文为 Real Estate Investment Trusts，译为不动产投资信托，从名字也可以看出其底层资产最初是房地产，之后又拓展至其他领域。

在我国，REITs 的底层资产是能产生持续稳定现金流的基础设施。而某个基础设施项目资产能够证券化的前提是其已建成且能产生持续稳定的现金流。风电场和光伏电站能作为 REITs 的底层资产，就是因为有稳定的电费收入。

目前国内公募 REITs 试点行业主要包括高速公路、能源发电、仓储物流等基础设施领域，具有重资产、投资回收期长的特点，主要由国有企业投资运营。具体到能源领域，我国正积极推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设。基地项目的实施主体以能源央企为主，需要大量的资金支持。

中航京能光伏 REIT 基金经理张为在解读新能源行业引入 REITs 时表示，公募 REITs 这一长期、低成本的直接融资方式，可以优化新能源发电企业的负债结构，在将其负债率控制在合理水平的同时，通过乘数放大效应不断回笼资本金，为企业获取更大的发展空间提供支持。

能源行业向“绿”发展已是共识，在这个背景下，新能源基础设施项目也成为各家证券公司公募 REITs 项目储备库争夺的“香饽饽”。有业内人士表示，风电光伏发电等新能源项

目资产比高速公路、园区等更具吸引力。

成长的烦恼

3月，国家发展改革委发布《关于规范高效做好基础设施领域不动产投资信托基金（REITs）项目申报推荐工作的通知》（发改投资〔2023〕236号，以下简称“236号文”），首次将消费基础设施纳入基础设施公募REITs底层资产范畴，突破了此前基础设施公募REITs不涉及商业不动产的限制。236号文的发布，被业内认为是公募REITs发展过程中的一项重大突破。公募REITs底层资产扩容，但目前符合REITs发行条件的项目少而市场资金多，项目原始权益人成为更有话语权的一方。券商之间对项目的争夺也很激烈，在REITs承揽发行端，有的券商甚至给出了零费率的条件。

相比于一级市场的火热，二级市场上公募REITs的表现多少有些寡淡。2022年10月以来，受市场情绪以及股债赚钱的替代效应影响，公募REITs整体处在一个下跌周期里。在一二级市场冰火两重天的表象下，应该看到公募REITs还在经历“成长的烦恼”，主要体现在立法和税收两个层面。

目前我国还没有专门针对公募REITs的法律文件，在现行基金法下，公募REITs无法直接投资非上市公司的股权。为了适应基金法相关要求，我国的公募REITs采取了“公募基金+资产支持证券（ABS）”的运作模式。公募基金持有ABS全部份额，再由ABS持有项目公司（SPV）全部股权，从而形成“公募基金-ABS-SPV”的产品结构。这种交易结构是目前我国法律条件下公募REITs的最优解。但这种结构无疑是复杂的，复杂的交易结构对原始权益人而言，意味着较高的发行成本；对投资者而言，意味着底层资产信息难以穿透。

税收也是原始权益人考虑是否引入公募REITs的一个重要考量。2022年1月，财政部、国家税务总局发布《关于基础设施领域不动产投资信托基金（REITs）试点税收政策的公告》，明确了基础设施公募REITs在设立阶段针对原始权益人的所得税优惠政策，但对增值税和土地增值税可能存在的重复征收情况并未进行完善，在REITs所涉税收层面仍有部分痛点。不少专业人士也在呼吁明确REITs税收的征管细则，并出台相应的税收减免和优惠政策。

未来可期

业内人士总结，公募REITs未来的趋势有三：一是发行审批效率会越来越高，这一点从国家发展改革委和证监会近期的发文就可以看出。二是资产类型会越来越丰富，一方面纳入公募REITs的底层资产类型会越来越多，中信建投国家电投新能源REIT和中航京能光伏REIT就是公募REITs在新能源领域的落地；另一方面已上市公募REITs在扩募时不会局限于首发原始权益人体系内的优质资产，还包括体系外其他资产。三是全生命周期规则越来越

完善。

根据相关数据统计，我国现有基础设施存量已达 100 万亿元甚至更高，而按照国家统计局的数据，我国人均基础设施资本存量只有发达国家的 20%~30%，说明仍有上涨空间。这也显示出我国基础设施公募 REITs 的巨大潜力。

要挖掘公募 REITs 庞大的市场潜力，各参与方都要顺势作出调整。

作为项目原始持有人的企业，需要在项目初期就有意识地完备相关手续。对于金融机构而言，则需要早早储备和培育公募 REITs 项目。业内人士表示，各大券商都在积极储备优质基础设施项目，但普遍面临人才紧缺的问题，真正懂产业的金融人才并不多，只能在推进项目 REITs 化的过程中同步进行人才培养。

目前公募 REITs 行业根据各家基金公司股东方以及自身资源禀赋的不同，主要分为券商系、银行系、产业股东系、独立拓展 4 种类型。未来随着资管公司的入场，公募 REITs 市场预计会再添一席。

站在能源行业向新行的风口，新能源 REITs 未来可期。

风电光伏设备退役催生千亿“蓝海”市场

中国电力报 2023. 7. 28

核心提要

要深入挖掘风电光伏设备的循环利用潜在价值，打造循环利用产业的“金山银山”，开辟出一条新能源产业绿色低碳循环发展之路

整体来看，由于我国风电场、光伏站位于地域偏远区，尚未形成统一规范的区域性收储基地，客观上抬高了固物流通成本，造成回收成本较高，回收利用水平较低

风电光伏设备的可循环利用，需要从政策法规、产业、以及市场供应链多方角度切入

近日，中国物资再生协会风光设备循环利用专业委员会发布《2022 中国风电光伏设备循环利用产业发展报告》（以下简称《报告》）。数据显示，到“十四五”末，我国将迎来第一批大规模退役风电机组，届时运行时长超过 20 年的老旧风电场规模将超过 120 万千瓦，预计到“十五五”末期，年退役风机规模将达到 1000 万千瓦左右；2030~2040 年间，累计退役风机规模将达到 2.5 亿千瓦。

光伏组件退役情况大致相当。《报告》提出，自 2030 年起，光伏组件将进入报废密集期，

截至 2030 年累计待回收容量达 1780 万千瓦；2035 年起待回收总量将呈爆发式增长，2040 年预计达到 2.52 亿千瓦。

风电光伏设备“退役潮”临近，给回收市场带来怎样的机遇？如何打通退役设备回收与循环利用产业链的“最后一公里”？围绕上述问题，笔者采访了有关专家，力图厘清问题背后的产业发展逻辑。

退役潮或提前到来

据全球能源互联网发展合作组织发布的《中国 2060 年前碳中和研究报告》测算，2035 年我国光伏和风电装机容量分别达到 15 亿千瓦和 11 亿千瓦。与此同时，每年退役的风电光伏设备总量约 1000 万吨。

“进入‘十四五’，我国风电退役换新市场规模呈指数级增长。2023 年退役机组可达到 980 台，装机容量为 54.6 万千瓦；到 2025 年将达到 1800 多台，装机容量为 125 万千瓦；到 2030 年将超过 3.4 万台，装机容量约 4500 万千瓦。”世界风能协会副主席、中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩说。

笔者从 6 月 30 日召开的中国物资再生协会风光设备循环利用专业委员会专题会议上获悉，业内普遍认为，随着各地新能源装机容量的加速推进及国产风光设备技术的迅速提升，风光设备“退役潮”或将提前。

对此，中国工程院院士陈勇指出，要高度重视相关设备退役后的循环利用问题，这是新能源产业稳健、可持续发展的关键。要深入挖掘风电光伏设备的循环利用潜在价值，打造循环利用产业的“金山银山”，开辟出一条新能源产业绿色低碳循环发展之路。

千亿回收市场的背后

从长远看，风电光伏设备回收利用价值可观。

以风电机组和配套设施的主要材料构成看，风机的机舱、塔筒、叶片等部件包括了铜、钢、水泥、碳纤维/玻璃纤维等材料。以 1.5 兆瓦风机为例，该机组每千瓦用钢量为 0.11 吨，每千瓦用铜量 2.9~3.52 千克。按照目前国内废钢价格 3000 元/吨，废铜的回收价格 60000 元/吨计算，到 2030 年，累计可回收价值高达 240 亿元左右。

以光伏组件的组成材料来看，玻璃、铝材、半导体材料比重可达 92%，另外还含约 1% 的银等贵金属。若能全部回收，到 2030 年，可从废弃光伏组件中得到 145 万吨碳钢、110 万吨玻璃、54 万吨塑料、26 万吨铝、17 万吨铜、5 万吨硅和 550 吨银，通过回收技术可获取的原材料累计价值达 76.83 亿元。截至 2040 年，累计可回收价值高达 1100 亿元。

做好风电、光伏组件固废中稀贵金属的回收，不仅能避免资源浪费和环境破坏，还将有

利于减少相关资源的进口依赖，防范原材料供给风险。

从风电光伏设备回收现状来看，回收利用方式、手段技术尚存在短板。

目前我国存在三种较为主流的叶片回收方式：第一种是将叶片拆解，材料重复利用，用于市政建设等领域；第二种是将叶片打碎，回收后添加进建筑材料，增强材料性能；第三种则是进行化学回收，分解后再进行重新利用。

但这三种处理方案均存在不环保、技术不成熟、经济性差等问题，难以实现大规模产业化发展，这也让报废叶片回收面临价值较低、市场空间有限的困境。

废旧光伏组件的固废利用主流处理方式也有三种：一是降级使用或修复后使用；二是把边框和接线盒拆除后，作为填料使用到建筑领域或者作为垃圾焚烧；三是高效回收提取其中的稀贵金属。其中，第三种被视为最科学有效的方法。

然而，光伏组件固废中有价元素分散、含量低，且以合金等复杂形态存在，回收技术难度大。如光伏电池中的稀有金属占比不足，与玻璃等成分紧密结合，高效分离难度极大。回收企业技术研发投入少，再生利用技术严重不足。

整体来看，由于我国风电场、光伏电站位于地域偏远区，尚未形成统一规范的区域性收储基地，客观上抬高了固废物流成本，造成回收成本较高，回收利用水平较低。因此，尽管市场前景光明，但回收行业从业者表现出了谨慎态度。

期待政策多方支持

“受风光资源条件影响，我国装机地区和资产所有者分散，目前风光固废回收产业还处于起步阶段、回收系统不成熟，导致风电光伏大规模装机地区和固废处置产业链存在空间错位。业主单位、拆除施工单位、资源回收和循环处置企业信息沟通不畅，客观上抬高了行业流通成本，也降低了行业发展积极性。”中国物资再生协会风光设备循环利用专业委员会主任程刚齐对笔者说。

2022年1月，工信部、国家发展改革委等联合印发《关于加快推动工业资源综合利用的实施方案》，明确提出要推动废旧光伏组件、风电叶片等新兴固废综合利用技术研发及产业化应用，首次将新能源行业固废回收再利用纳入国家顶层设计文件，填补了废旧光伏组件、风电叶片等新能源废弃物循环利用的政策空白。

6月13日，国家能源局印发了《风电场改造升级和退役管理办法》，鼓励并网运行超过15年或单台机组容量小于1.5兆瓦的风电场开展改造升级，对运营较久的风电场整体或局部拆除老旧风电机组后，安装容量更大、叶片更长、塔筒更高的风电机组取代原来的老旧机组，从而提高有限资源条件下风电场供应绿电的能力。

尽管有了《实施方案》和《管理办法》，然而，关于废弃光伏组件、废旧风电叶片等回收处理的专项管理政策却没有进一步明确，国内也尚未形成成熟的回收再利用产业链。

在程刚齐等人看来，风光发电设备回收利用缺乏完善的处理标准体系、组件判废标准以及全生命周期管理信息，期待有关部门研究和出台相关政策，对设备回收处理产业加以指导和要求。

《报告》提出，风电光伏设备的可循环利用，需要从政策法规、产业以及市场供应链多角度切入。完善风电光伏设备循环利用体系，加强产业支持力度，引导培育骨干示范企业；加强技术标准及监管体系建设，加强行业自律，加强跨领域合作；打造绿色供应链，探索新商业模式，支持国内资源循环利用企业到海外投资。

六、地热能

地热发电亟待政策扶一把

中国能源报 2023. 7. 17

“我国地热资源丰富，目前在地热能利用方面位居全球第一。但地热发电发展与其它地热资源丰富的国家相比是弱项，发电容量差距较明显。” 在近日召开的第九届中深层地热高效开发与利用国际会议上，中国地热产业工作委专家委员会主任郑克棣道出了我国地热发电行业发展现状。

地热能是一种清洁可再生能源，具有储量大、分布广、清洁环保、稳定可靠等特点，地热发电具有利用效率高，不受昼夜、季节、气候等因素影响的优势，对地热资源富集地区优化能源结构、提振地方经济具有重要的现实意义。目前，我国适于发电的高温地热资源发电潜力 845.9 万千瓦，资源量级虽不大，但都分布在缺煤少电的西藏川西滇西地热带和东南沿海闽粤琼地热带，地热发电对支撑当地的电力供需十分重要，但现实却是，这些地方的地热发电产业发展较为滞缓。

核工业北京地质研究院首席专家李子颖举例称，与我国地热资源禀赋和分布相似且同样大力扶持新能源产业的土耳其，因 2005-2019 间出台一系列支持政策，促使其地热发电装机容量增长 76 倍，地热发电量快速升至全球第 4 位。反观我国，预计 2025 年地热发电规模只有 40 兆瓦，仅为土耳其发电量的 1/40。

发展缓慢未成规模

地热能利用包括直接利用和发电两大领域,我国地热能应用主要集中于供暖和温泉洗浴领域,位居世界第一且呈加速发展趋势,但地热发电规模仍然较小。

相关数据显示,从地热能发电装机容量指标看,我国已由上世纪70年代末的世界第8位降至2022年的第18位,目前地热发电量世界排名第19位,位于美国、日本、土耳其、印尼等国之后。

事实上,相比风力发电和太阳能发电,地热发电的稳定性更加出色,适合作为电网的基础载荷,我国在西藏地区探索高温地热发电,建设了羊八井、羊易、朗久、那曲等地热电站。以西藏羊易地热电站为例,其2021年全年满负荷连续运行8150小时,能力系数0.93。按照该系数,羊易地热电站1.6万千瓦装机容量年发电量为1.28亿千瓦时,而羊易装机量共7万千瓦的三个光伏电站年总发电量不足1亿千瓦时。

“根据国家能源局2021年发布的数据,我们算出水电、风电和太阳能发电能力系数分别为0.39、0.23和0.12,生物质电为0.49。也就是说,同样的装机容量,地热所发的电是风能的4倍,是太阳能的7.7倍,但地热发电发展却远不如风光发电。”郑克桢用一组对比数据说明地热发电的窘境。

“目前,在我国最适合地热发电的地区,水电、太阳能发电等是主力,且电力供应充足,一定程度上压缩了地热发电需求,地方政府对地热发电缺乏积极性。目前,由于资源分布、经济性等原因,所有地热电站已经关停。”中国科学院地质与地球物理研究所地热资源研究中心主任庞忠和说,“虽然地热发电建设成本较高,但长期运营中维护和运营成本相对较低。更重要的是,在‘双碳’目标下,作为五大‘非碳’能源之一的地热能资源有其利用价值,亟需获得与风光水等能源同等的重视,应通过政策引导和支持,尽快开展商业化应用,形成规模开发,进一步助力绿色低碳转型和高质量发展。”

缺乏扶持政策

在业内人士看来,技术和资源并非阻碍地热发电发展的主要障碍,政策支持才是破题关键。“我国地热发电需要降低成本,如果没有政策支持,就无法与其他能源竞争。光伏和风电经过十余年的政策补贴,发电成本逐年下降,最终实现了平价上网。”庞忠和说。

李子颖也指出,地热发电项目建设周期长、技术门槛较高、前期地勘投资大且风险高。“不仅勘查与开发难度较大,而且缺少地热上网电价及补贴等优惠政策。以西藏为例,其地热发电上网电价仅为0.25元/千瓦时,远低于当时1元/千瓦左右的光伏电价,影响了企业的投资信心与决心。”

纵观全球地热能发电强国,几乎都实施过或正在实施电价支持政策以及相关法规。

2022年，美国能源部宣布，计划投资1.65亿美元用于地热发电项目，并将美国在石油和天然气行业积累的专业知识和先进技术应用到地热能开发领域，以摆脱化石能源的束缚。肯尼亚制定上网电价政策和减免关税，用于地热产业的进口货物一律免除关税等政策支持。冰岛先后出台一系列促进地热产业发展的相关政策法规，将电力基金和地热基金合并，成立了能源基金。

“这种政府买单式举措很大程度上降低了投资方顾虑，促进了地热资源的开发利用。企业有政策保障，才能实现谁干谁受益。”有地热利用企业负责人坦言，“没有明确的上网电价等扶持政策，我国地热能商业发电只能处于停滞状态。”

“我国地热发电企业不仅没有上网电价补助，还要缴纳地热资源税，更让这个行业雪上加霜。”郑克棧说。

“还有一个重要原因，就是由于受限于开发利用，我国地热资源勘查程度普遍偏低，尤其是高温地热资源丰富的区域，影响了地热资源勘查开发规划的制定、资源利用以及地热产业快速发展，没有形成良性循环。”李子颖补充道。

培育阶段但发展可期

李子颖建议，考虑地热产业处于培育阶段，应加快地热上网电价政策的研究与出台。“建议参考风光等可再生能源早期电价政策，加快推动地热上网电价政策尽快落实出台，以吸引企业的资金投入，促进地热能开发利用关键技术实现突破。现阶段，建议地热发电上网电价定为1.05元/千瓦时，后续根据产业发展情况逐步调整。”

由于发展缓慢，我国地热发电技术也亟待提升。以低温余热发电技术为例，目前标准和行业标准尚不完善，缺乏统一的标准体系和技术规范，不同厂家设备技术性能存在差异，产品质量较难对比评估，增加了采购选型难度和风险，不利于行业良性竞争发展。

郑克棧表示，未来地热发电有能力承担“双碳”目标任务，但并非坦途。“需要政策支持的同时也需要关键核心技术的支撑，选择技术要避免进入误区。”

香港中文大学（深圳）城市地下空间及能源研究院地热能科学技术（大理）研究院院长张大伟建议，可以勘察调查先行，在全国进行地热能源调查，摸清资源底数，制定发展规划。同时，开展理论和技术攻关，对地热能利用所需的重大关键技术特别是技术装备，拿出“中国方案”，还可以通过建设示范项目进行试点示范，带动产业发展。

地热发电也离不开人才支持。中国地质大学（北京）教授李克文表示，高校几十年来没有设置地热专业，勘探和开发的重大项目凸显技术力量不足，严重阻碍了发展进程。“目前专业技术人才奇缺，必须花大力气解决这一问题，扭转局面。”

七、海洋

英国国家海底中心将人工智能引入海底调查

中国自然资源报 2023. 7. 14

英国国家海底中心与英国罗伯特戈登大学 (RGU) 合作开展了“海底人工智能知识体系”项目 (SAIBOK)，通过尖端人工智能和机器学习技术开发算法，以检测和解读海底调查图像中的异常、推进海底调查自动化。项目成果将被部署在海底自主潜航器上，用于实时监测油气及其他产业海底设备的情况。

RGU 兼 SAIBOK 项目负责人埃亚德·埃利安教授表示，SAIBOK 项目创新性利用来自不同行业丰富多样的海底数据作为样本，从而产生出异常情况智能检测方法。该方法也可部署至具有由 SAIBOK 算法驱动的实时异常检测动能的自动无人驾驶车辆，为企业从人工智能中获得巨大利益提供机会。

北极海洋微塑料研究取得进展

中国自然资源报 2023. 7. 17

近日，自然资源部第一海洋研究所资环中心科研团队在北极海洋微塑料研究方面取得重要进展。通过研究白令海黄线狭鳕摄入微塑料情况，提供了预测微塑料对鱼类种群影响的基础数据，并为系统、科学制定生物微塑料污染监测方案提供了参考。

微塑料污染已被列为全球环境问题。研究发现，北大西洋温盐环流、波驱动的斯托克斯漂移、河流输入和海冰掺入等过程都使得微塑料在北冰洋积聚和移动，导致北冰洋区域微塑料污染水平相对较高。已有学者基于北冰洋大西洋扇区表层水微塑料数据提出北极海底是微塑料“汇”的观点，但少有研究关注北冰洋太平洋扇区的微塑料污染情况。由于白令海位于北冰洋太平洋扇区一侧，是太平洋水流入北冰洋的唯一通道，因而研究白令海海洋生物体中微塑料的赋存，对于解析北冰洋海域微塑料的环境行为和生态风险具有重要意义。

此次发表的研究首次引入鱼类年龄特征参数，解析了白令海黄线狭鳕摄入微塑料的特征以及鱼的年龄效应，并结合海水微塑料数据初步推断了黄线狭鳕可能的迁移路径。此外，通过研究黄线狭鳕摄入微塑料的特征与海水中微塑料特征的关系，发现黄线狭鳕摄入的微塑料

存在空间尺度上的影响，推测高年龄段的黄线狭鳕可能曾到过楚科奇海，与生态学调查结果一致。该研究结果丰富了对北极生物体内微塑料的认知，也为北极微塑料风险防控奠定了基础。

据悉，海洋一所资环中心新型污染物生态效应与风险评估研究团队自 2015 年开始开展海洋微塑料研究工作，构建了“检测技术构建-环境分布分析-国内外合作交流-技术成果支撑”为一体的海洋微塑料研究体系，并多次参加极地和远洋科考，对海洋微塑料进行了长期调查。该研究的相关成果发表在国际著名学术期刊《科学进展》上。

深海质谱仪研制成功并海试

科技日报 2023. 7. 25

近日，中国科学院合肥物质院智能所陈池来团队成功研制深海质谱仪，并在南海某海域成功完成多次海试。相关研究成果日前发表于《中国分析化学》。该项工作成果不仅为我国深海、深渊探测提供了坚实的技术保障，也为后续寻找海底油气及矿产资源，探究生命起源和早期演化以及研究全球气候变化等奠定了坚实的原位质谱探测基础。

深海极端环境塑造了特殊的生命过程，蕴藏着极其丰富的矿产资源，深海探测是国际地球科学研究的前沿问题。深海原位探测技术可以在时间和空间维度上连续获取深海样品的组分、含量及其变化信息，因此被越来越广泛地应用于深海极端环境的研究工作中。

陈池来团队长期致力于新型 MEMS 质谱关键技术及应用研究，先后突破质谱小型化设计集成、质谱关键器件 MEMS 制造、水下膜进样快速定量标定等关键技术，经过多年攻关，成功研制出深海质谱仪。该仪器可在原位实现深海中氮气、氧气、氩、二氧化碳、甲烷等小分子溶解气以及烷烃、芳香烃等挥发性有机物溶解气的定性及定量检测。

2022 年至今，团队成员王晗、邵磊等携带深海质谱仪参加了多次专项海试，验证了其工作原理及工程应用的可行性，完成了设备功能性验证实验、海底定点在线检测实验及深度扫描试验，实现了深海冷泉区域溶解气的长时间原位检测及海平面至海底溶解气的在线检测，获取了深海海底小分子溶解气浓度随时间的变化曲线及纵向浓度分布轮廓线等关键科学数据。

研究人员表示，这项技术不仅可用于深海探测，同样可用于内河、湖泊、近海水下溶解气信息获取，为水体环境污染和生态评估提供重要数据。

我国主导制定的国际海底区域海洋调查国家标准发布

中国自然资源报 2023. 7. 19

近日，自然资源部第二海洋研究所（以下简称海洋二所）编写的《海洋环境影响评估—国际海底区域生物调查技术规范—总则》（ISO 2278：2023）国际标准由国际标准化组织（ISO）正式发布，这是我国主导制定的首项国际海底区域海洋调查国际标准。

该国际标准为国际海底区域海洋生物调查提供了一般性技术建议，几乎涵盖了微生物至鸟类等国际海底区域所有生物类群，涉及调查站位和调查测线设计、采样策略、调查项目、调查和分析设备以及样本保存和分析等内容。该国际标准的发布与实施将为国际海底区域生物调查提供更好的指导，有利于促进国际海底区域勘探合同承包者之间海洋生物调查方法的统一，提高调查数据可比性，有效促进国际海底区域海洋生物调查的国际合作，也将推动国家管辖范围以外海域海洋生物多样性调查与保护工作。

该国际标准于 2019 年立项，在中国大洋协会《大洋环境基线调查技术规程》和国际海底管理局《关于指导承包者评估勘探“区域”内海底矿产资源可能对环境产生影响的建议草案》的基础上，结合我所 30 多年大洋环境调查工作经验和成果，由我所海洋生态系统动力学实验室王春生研究员与周鹏高级工程师组织编写，并得到 ISO 中央秘书处、SC13 分委会和海洋环境影响评估工作组及多国专家的帮助。

我国首个海洋油气全生命周期智能装备制造基地奠基

中国能源报 2023. 7. 24

7 月 21 日，我国首个海洋油气全生命周期智能装备制造基地（简称“基地”）奠基仪式在天津市滨海新区临港经济区举行，建成后将首次实现我国海洋油气装备从设计、制造、运行到检测、维保全生命周期的智能生产运营，标志着我国海洋油气核心装备制造及运维行业向数字化、智能化、低碳化发展迈出了关键一步。

该基地由中国海油下属单位中海油能源发展股份有限公司（简称“海油发展”）投资并分两期滚动建设，占地面积 27 万平方米，建成后将具备油田生产、油田钻采、油田节能减排、油田智能配套产品及水下装置等海洋油气领域关键核心装备的设计、研发、制造及运维

能力，持续推进关键核心装备国产化进程，有效提升我国海洋油气生产装备制造制造业核心竞争力，助力打造现代海洋油气核心装备制造产业体系。

基地项目总负责人冯绍明表示，过去的海洋油气装备从设计、制造到运行、检测、维保的全生命周期需要不同服务商各司其职，不同链条间的壁垒影响了生产和维保的效率。新建基地将以“设备设施预知性防治一体化平台”为核心，打通各产业链场景和智能制造的数据壁垒，打造设备设施健康感知实时化、专业服务预知化、运维业务协同化、管理决策智能化的新型装备运维一体化的运营模式，实现海洋油气装备全生命周期“智能化”，更好助力海上油田生产降本增效和绿色低碳。

“基地建成后，产品设计、制造和运维的各环节能够实现智能化联动，通过深度挖掘数据价值和实时监控产品运行状态，做到在产品出现故障前就提前预防、提前治理。”海油发展装备技术公司总经理童理说。

新建基地以“智能制造、绿色低碳、员工友好”为目标，将绿色园区、绿色工厂理念全流程、全覆盖地植入项目建设各环节。园区屋顶将配套光伏发电系统，每年可节约电量约400万千瓦时，可减排二氧化碳99580吨。用于办公和生活的太阳能系统，则每年可节约电量约5万千瓦时，按目前的技术指标计算寿命周期内可减排二氧化碳约400吨。基地还计划从外部引入“绿电”，建设“零碳园区”。

美专家认为：海底采矿或决定绿色能源未来

参考消息 2023.7.8

近日，联合国国际海底管理局（海管局）将在牙买加金斯敦召开会议，决定地球海洋的命运。海管局168个成员国拥有对所有海底矿物勘探活动中保护海洋环境的监管责任并制定治理规范。

鉴于社会和环境成本，地缘政治正在向反对陆地采矿转变。这就是为什么海管局要讨论与深海采矿相关的环境挑战和风险。

海底采矿允许对各种日常应用的海洋矿物进行商业开采，例如为笔记本电脑、手机和电动汽车提供动力，有助于确保低碳未来。与陆地采矿——通常涉及严重破坏和数千英亩的污染——不同的是，海底采矿只是将富含矿物质的多金属结核抽走，而这些结核不与海底相连。

尽管上个月达成了历史性的海洋生物多样性协定，但私人 and 公众对开采这些矿产的兴趣

现在已经让海管局成为全球关注的焦点。

包括美国在内的超过 21 个政府和众多非政府组织呼吁禁止或暂停海底采矿。这种做法遭到抵制，因为世界面临一个难题，即如何最好地满足全球对钴、镍、铜和锰的需求，这些元素对于制造电动汽车电池和清洁能源储存至关重要。

本周在牙买加举行的会议是由太平洋岛国瑙鲁在 2021 年倡导的。在颇具争议的两年期限之内，瑙鲁开始开采深海矿产的决定需要得到海管局的临时批准。这反过来迫使海管局最终要规范今后的深海采矿活动。

这个问题比较复杂，不仅仅是这样的活动是否可取。在一个理想世界里，我们可能不会开采海底矿物，但各国领导人已经根据《巴黎协定》做出了气候承诺。如果没有海底采矿，这些承诺可能无法兑现。

如果美国汽车的未来是电动汽车，那么中国政府已经准备好主导电池供应链。更重要的是，仅仅为了实现加州到 2035 年道路交通几乎全部电动化的目标，就需要大量新的关键矿产供应，更不用说涉及广泛使用电池技术的更大的国家或国际目标了。

国际能源署预计，未来 20 年，钴、铜、镍和稀土元素的需求量将增加一倍甚至两倍。通过初级加工和提炼来自较靠近美国本土的宝贵的海底矿产，美国可以确保供应，实现四种电池金属的矿产独立，同时支持国内企业和改善就业。但更深层次的推动力是，需要减少由中国控制的地缘政治化的材料供应链对环境和社会造成的极端负面影响。

与陆地采矿相关的负面环境影响有据可查。其中包括有毒废水、森林砍伐、土壤污染，甚至在全球一些地区还有童工。许多人认为，深海采矿能够实现同样的目标，而不会产生这些可怕的影响。

深海海底勘探费用昂贵。自 2012 年以来，一家加拿大公司已经花费超过 3 亿美元来证明这一观念。它已从克拉里恩-克利珀顿断裂带采集了 3000 多吨马铃薯大小的结核。

这些富含矿物质的结核可以在美国经济中发挥重要作用，为运输、国防、航空航天、电子、能源、建筑和医疗保健等行业做出贡献。

美国面临矿产短缺。美国不能再依赖中国提供敏感军事硬件或电池技术所需的矿产，而电池技术是未来环境可持续发展所必需的。

不幸的是，美国不是《联合国海洋法公约》授权的海管局成员。现在，美国公司不愿进行这种海底投资，因为它们的开采活动可能经不起法律挑战，美国不是《联合国海洋法公约》缔约国。相反，作为《联合国海洋法公约》成员国，包括中国在内的外国公司有机会进入国际管辖区域进行合法的深海勘探。

虽然寻找新金属来源的成本和环境影响仍存在一些问题，但如果没有海底采矿，绿色未来的许多机会不大可能实现。如果无法获得满足电动汽车需求和减少碳排放所需的矿产，我们所期待的绿色能源未来将面临危险。

渤海首个千亿方大气田工程建设获新进展

中国自然资源报 2023. 7. 25

7月19日，中国海油发布消息，随着重达12000吨的上部组块与导管架精准对接，渤中19-6气田中心平台在渤海中部海域完成浮托安装，标志着我国渤海首个千亿方大气田工程建设取得重大进展。

据悉，渤中19-6气田中心平台是一座集生产、生活为一体的8腿多功能综合海洋油气平台。平台高32米，相当于11层楼高，长65米、宽56米，甲板面积接近9个标准篮球场，可以同时容纳120人工作和生活。

由于平台上部组块重达12000多吨，超过了海上船舶浮吊吊装能力，其海上安装采用“浮托”方法进行，即借助潮汐的自然力量，以类似于举重运动员“挺举”的方式，将上部组块精准地安装到导管架上。

海油工程渤中19-6总包项目经理南文杰介绍，作业团队在作业前组织了多轮技术交底和风险分析，对系泊布置、运动监测、载荷转移、精准定位等工序进行预演。同时，开展现场施工路由勘察，精准计算设计抛锚位置和锚链走向，在跨越管线处悬挂浮筒，避免刮蹭。在浮托过程中，通过安装分离缓冲装置和桩腿对接耦合装置，有效减缓了组块载荷转移期间驳船与导管架的碰撞，保障浮托作业安全平稳进行。最终，历时10多个小时完成浮托作业，实现对接精度误差不超过5毫米。

“随着中心平台完成浮托安装，渤中19-6气田一期项目整体建设进度已经超过了85%。”中国海油天津分公司工程建设中心总经理文近来介绍，该项目投产后，将有效缓解华北地区用气短缺问题，为京津冀及环渤海地区提供稳定可靠的清洁能源和化工产品。

据了解，该平台所在的渤中19-6气田，是我国东部第一个大型整装千亿方大气田，目前已探明天然气地质储量超过2000亿立方米、凝析油地质储量超过两亿立方米。

专家共议海洋生态和碳汇发展

中国自然资源报 2023. 7. 25

7月19日，广东海洋协会海洋生态健康与蓝碳发展分会成立大会暨生态保护修复—海洋碳汇发展学术交流会在广州召开。来自广东省林业局广东海洋协会、暨南大学、广东海洋大学、中国科学院南海海洋研究所等单位的40余名代表参加会议。

本次会议由广东海洋协会和广东海洋协会海洋生态健康与蓝碳发展分会主办，自然资源部南海发展研究院承办，中环宇恩(广东)生态科技有限公司和广州至远海洋科技有限公司协办。大会审议表决通过了广东海洋协会海洋生态健康与蓝碳发展分会第一届组织机构人员组成及工作细则。

会议举办了学术交流会，来自中国林业科学研究院热带林业研究所、中国科学院华南植物园生态与环境研究中心、中山大学环境科学与工程学院的专家分别作了题为“广东红树林生态修复技术指南解读与修复案例研究”“海岸带蓝碳—基于自然的气候变化解决方案”和“华南地区红树林保育与恢复的评估与实践：数量对比质量”的主题报告。与会人员就海洋生态健康与蓝碳发展海洋碳汇与生态保护修复进行了交流和研讨。

海洋生态健康与蓝碳发展分会将致力于推进广东省海洋生态保护修复和蓝碳产业发展，积极开展海洋生态健康与蓝碳发展专项研究，搭建海洋生态健康与蓝碳产业交流服务平台，推动海洋生态修复和蓝碳产业发展和行业规范建设。

八、氢能

我国首次实现万吨级绿氢炼化项目全产业链贯通

中国能源报 2023. 7. 3

6月30日，中国石化宣布，新疆库车绿氢示范项目顺利产氢，产出的氢气通过管道输送到中国石化塔河炼化、替代现有天然气化石能源制氢。至此，项目成功实现绿氢生产到利用全流程贯通，这也标志着我国首次实现万吨级绿氢炼化项目全产业链贯通。该项目制氢规模达到每年2万吨，是我国首个万吨级光伏绿氢示范项目，为国内光伏发电绿氢产业发展提供了可复制、可推广的示范案例。

据悉，新疆库车绿氢示范项目由中国石化新星公司负责实施，利用新疆地区丰富的太阳

能资源发电直接制绿氢，建设内容主要包括光伏发电、输变电线路、电解水制氢、氢气储输、公用工程及配套辅助生产设施，电解水制氢能力2万吨/年、储氢能力21万标立方、输氢能力2.8万标立方每小时。中石化广州（洛阳）工程公司、中石化第五建设公司、中原建设工程公司等单位参与建设。

绿氢是通过太阳能、风能等可再生能源发电直接制取，生产过程中基本不产生温室气体。炼化工业将是绿氢实现工业领域降碳的主要应用场景之一。该项目生产的绿氢就近供应中国石化塔河炼化公司，完全替代现有天然气化石能源制氢，每年可减少二氧化碳排放48.5万吨，开创了绿氢炼化新发展路径，为我国绿氢工业化应用提供示范，对炼化企业大规模利用绿氢实现碳减排具有重大示范效应，推动我国能源产业转型升级。

作为我国首个贯通光伏发电、绿电输送、绿电制氢、氢气储存、氢气运输、绿氢炼化等绿氢生产-利用全流程的典型示范项目，项目建设中面临着工艺技术新、规模大、无成熟工程案例可借鉴等难点。中国石化通过联合攻关等形式，突破性地解决了新能源波动电力场景下柔性制氢、并向下游炼化企业连续稳定供应难题。其中，面对可再生波动电源制氢的技术难题，中国石化通过自主开发绿电制氢配置优化软件，将电控设备与制氢设备同步响应匹配，大幅提升对波动的适应性。项目已先后完成了万吨级电解水制氢工艺与工程成套技术、绿氢储运输工艺技术、晶闸管整流技术、智能控制系统研发等创新成果，均实现了工业应用，项目已申报专利及专有技术10余项。

据悉，该项目所用的光伏组件、电解槽、储氢罐、输氢管线等重大设备及核心材料全部实现国产化，有效促进了我国氢能装备和氢能产业链发展。以电解槽为例，在该项目启动之前，国内的1000Nm³/h电解槽累计需求量不到30台，而仅库车绿氢示范项目就需要52台，有力促进了国内电解槽产业的规模化生产。综合市场调研数据，目前国内1000Nm³/h电解槽生产能力已经接近3GW，而今年前5个月绿氢市场需求超过650MW，已接近2022年国内氢能市场需求总量。

近年来，中国石化锚定“打造中国第一氢能公司”目标，率先发展绿氢产业，积极推动石化产业绿色低碳发展。作为全国最大的氢气生产利用主体，中国石化近年来每年氢气生产利用量约为450万吨。目前，中国石化聚焦“氢能交通、绿氢炼化”两大领域，首套自主研发兆瓦级PEM电解水制氢装置在燕山石化投产，启动了全球最大绿氢耦合煤化工项目——内蒙古鄂尔多斯市风光融合绿氢示范项目，累计建成加氢站超100座、建设和运营加氢站数量居全球首位，“西氢东送”输氢管道纳入国家规划，牵头成立氢能产业链建设专家咨询委员会，在绿电制绿氢、加氢站、氢燃料电池、储氢材料等多个领域均取得突破，已建立了涵盖

“制储运加用研”的氢能全产业链条。

我国首次完成高压力多管材管道纯氢试验

中国能源报 2023. 7. 3

6月25日，9.45兆帕全尺寸非金属管道纯氢爆破试验在位于哈密的国家管网集团管道断裂控制试验场成功实施，标志着国内首次高压力多管材氢气输送管道中间过程应用试验圆满完成，为我国今后实现大规模、低成本的远距离纯氢运输提供技术支撑。

本次试验分为充氢测试和纯氢爆破测试两个阶段，试验管材包括高阻隔柔性复合管、塑料合金复合管、小口径热塑性复合管三种非金属管道及低钢级金属管道。

充氢测试通过模拟管道真实输送环境，保持6.3兆帕运行压力，经过30天测试，验证管道设备的氢气相容性、阻隔性以及连接处的密封性。爆破测试将高阻隔柔性复合管升压至9.45兆帕，实施全尺寸纯氢气爆破，进一步验证非金属管道在纯氢高压条件下的承压性能及燃爆形态。

管道输氢是实现氢气大规模、长距离、低成本运输的重要方式。目前，国内输氢管道规模较小，已建纯氢管道输送压力均为4兆帕以下，高压氢气管道输送相关技术仍处于研究阶段，复合材料输氢管道尚无应用案例。

本次试验是国内首次对DN250口径、6.3兆帕输氢非金属管道和在役金属管道进行的在线测试，管道尺寸及试验压力均超过国内已建纯氢管道主要运行指标，也是国内首次对非金属管道进行高压纯氢爆破试验，为管道运行安全管理的综合分析提供了更加全面的数据支持。同时，此次对常规油气管道、阀门、密封法兰等设备进行纯氢输送环境适应性测试，为在役油气管道改输氢气提供了技术支撑。

开展此次纯氢爆破试验的国家管网集团管道断裂控制试验场，是继英国、意大利之后全球第三个管道断裂控制试验场，也是国内唯一具备高钢级、大口径、多介质管道全尺寸爆破试验技术条件的试验平台。试验场先后实施了1219/1422毫米、X80/X90、12/13.3兆帕不同规格、不同钢级、不同环境下的6次全尺寸气体爆破试验和2次低温止裂试验，为中俄东线等长输管道建设提供了重要依据和有力支持。

有效利用微生物碳提高全球土壤碳储量

中国科学报 2023. 7. 3

研究人员采用全球尺度数据集、微生物过程显示模型、数据同化、深度学习和元分析相结合的方法，研究了微生物碳利用效率（CUE）与土壤有机碳保存之间的关系，以及与气候、植被和土壤性质的相互作用。结果发现，在决定全球碳储量及其空间变化方面，CUE 的重要性至少是其他评估因素（如碳输入、分解或垂直运输）的 4 倍。

CUE 与土壤有机碳含量呈显著正相关。研究结果表明，CUE 是全球土壤有机碳储存的主要决定因素。了解 CUE 背后的微生物过程及其对环境的依赖性，有助于预测土壤有机碳对气候变化的反馈。

我国“绿氢”生产迈入万吨级

科技日报 2023. 7. 12

7月9日，科技日报记者从三峡集团获悉，我国首个万吨级新能源制氢项目——内蒙古鄂尔多斯市准格尔旗纳日松光伏制氢产业示范项目（以下简称纳日松项目）成功产出氢气。

氢能是打破现有能源领域行业板块壁垒、实现不同能源形式之间深度融合的关键媒介，有助于实现交通运输、工业和建筑等领域大规模深度脱碳。

当前，氢能产业逐渐进入发展快车道。我国是世界最大的制氢国，年制氢量约 3300 万吨，但大部分来自化石能源制氢，属于“灰氢”。通过光伏发电、风电等新能源电解水制氢得到的“绿氢”占比较低。如何推动新能源制氢产业发展，日益成为业界关注的焦点。

2022年3月，国家发改委和国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》，提出未来要构建清洁化、低碳化、低成本的多元制氢体系，重点发展可再生能源制氢，严格控制化石能源制氢。

据不完全统计，今年前三季度，我国各地上马“绿氢”项目达 40 多个，主要分布在内蒙古、宁夏等风光资源丰富的地区。

纳日松项目是内蒙古自治区第一批风光制氢一体化示范项目，由中国三峡新能源（集团）股份有限公司（以下简称三峡能源）与满世投资集团有限公司合资建设。该项目利用采煤回填区建设光伏电站，年均发电量约为 7.4 亿千瓦时，其中 20%将直接输送至当地电网，剩余

80%用于氢气生产。项目安装 15 套 1000 标方每小时的碱水制氢装备，年产氢气约 1 万吨、副产氧气约 8 万吨，主要应用于化工和交通领域。

纳日松项目将高效、密切结合太阳能与氢能两大清洁能源，利用太阳能产出的绿电，将水通过电解装置分解成氢气和氧气，通过探索无污染、零排放的绿电制氢新模式来解决可再生能源高比例并网存在的电力电量平衡与消纳问题。

为了保障电网安全稳定运行，纳日松项目大规模使用万安培级绝缘栅双极型晶体管（IGBT）电源代替传统的晶闸管。“这是在全球绿电制氢行业首次大规模使用万安培级 IGBT 电源作为碱性电解槽整流电源，可以使规模化制氢对电网更加友好，系统综合转化效率更高，对国内制氢电源的技术发展具有引领示范作用。”三峡能源技术经济中心副研究员季孟波表示。

纳日松项目成功产氢将为我国绿电制氢规模化、商业化发展积累宝贵经验，助力我国提升氢能“制—储—输—用”产业链整体水平，为内蒙古自治区经济社会绿色发展作出更大贡献。

新研究揭秘海洋磷循环方式

中国科学报 2023. 7. 3

科学家使用来自全球分布的 6 个剖面的碳酸盐岩相关磷酸盐技术（CAP），重建与全球海洋氧合共同发生的大规模负碳同位素漂移 Shuram 漂移（SE）期间的海洋磷浓度。相关研究数据表明，在 Shuram 漂移下降和上升期间，海洋磷浓度呈脉冲增长。

通过定量的生物地球化学模型，研究者提出这一现象可以解释为主要由硫酸盐氧化的海洋有机物释放二氧化碳和磷，以及二氧化碳驱动的陆地风化进一步释放磷。总的来说，这可能导致有机黄铁矿埋藏和海洋氧化作用的增加。CAP 数据似乎也表明，在 Shuram 漂移沿海的最大和最小程度的海洋缺氧条件下，海洋磷浓度是相当的。

以色列研究人员开发出低成本制造绿氢新方法

中国电力报 2023. 7. 31

新华社耶路撒冷 7 月 25 日电（记者 王卓伦）以色列特拉维夫大学近日宣布，该校研究

人员成功利用生物催化剂制造出了无污染、高效率、低成本的绿色氢气。

目前全球 95%的氢气是从煤或天然气中提炼出来，每生产一吨氢气，会排放约 9 至 12 吨二氧化碳。绿氢是指通过风能、光能等可再生能源制造的氢气，被视为最具发展潜力的清洁能源之一。当前生产绿氢主要依靠电解手段，需要蒸馏水和铂等贵重稀有金属，因此绿氢比普通氢气昂贵很多。

这项发表在开放式期刊《碳能源》杂志上的研究说，氢气可由微生物中的酶所产生，这些微生物通过光合作用接收能量。而在实验室中，研究人员使用一种水基凝胶将酶附着到电极上，使酶的能量来源为电极而非太阳，产生出绿色氢气，效率超过 90%。

研究人员解释说，凝胶材料本身并不稀奇，但创新之处是用它来制造氢气。他们把电极浸泡在凝胶中，凝胶中含有能产生氢气的酶，即氢化酶。凝胶即使在电压作用下也能长时间存放酶，并能在有利于酶的环境条件中以较高效率产生氢气，例如在盐水中就可以产生氢气，而非电解所需的蒸馏水中。这一方法的另一优点是凝胶可以“自行组装”，即把材料放入水中，它就会凝聚，形成凝胶。

除了氢化酶，研究人员还使用另外两种酶展开了实验，证明凝胶能够使不同的酶附着到电极上。未来，研究人员希望将这一高效、环保的方法商业化，不断降低绿氢成本，推进其在工农业中的应用。

国内首个规模化光伏绿氢项目输变电工程投产送电

中国电力报 2023. 7. 3

6月24日，220千伏中石化琥珀光伏汇集站2号主变第五次充电成功，标志着新星石油新疆库车绿氢示范项目输变电工程顺利投产送电。

据悉，新疆库车绿氢示范项目是国内首个规模化光伏发电直接制氢的源网荷储一体化项目，在正式投产制氢后将成为全球最大的光伏绿氢生产项目，项目总投资近30亿元，预计年产2万吨氢气。该项目采用光伏发电、电解水制氢的模式，氢气产品通过6.5千米的管道输送至塔河炼化，替代其现有的天然气制氢工艺，预计每年减少二氧化碳排放48.5万吨，有力推进了“双碳”目标的落实。

近年来，国网新疆阿克苏供电公司紧密结合地区经济社会发展需要，全力做好新能源并网服务。截至目前，阿克苏地区清洁能源装机容量已达到装机总容量的61.93%。与此同时，

清洁能源的大规模消纳需求也给电网功率预测、发电计划的安排等工作带来了巨大的挑战。如今，新疆库车绿氢示范项目的投运，在构建新型电力系统的过程中，为如何进一步提升清洁能源的就地消纳能力，提供了新的解题思路和参考方向。

全球首套氨氢融合复合动力燃料供给系统问世

中国能源报 2023. 7. 24

7月18日，湖南衡阳高新区发布消息称，园区南岳电控（衡阳）工业技术股份有限公司成功研制出了全球首套氨氢融合复合动力燃料供给系统。日前，装载该系统的一汽解放液氨直喷零碳内燃机实现成功点火。这标志着我国在商用车氨氢融合内燃机研发领域取得重要进展，相关技术达到世界领先水平。

据了解，氨氢融合零碳燃料技术是一种可克服单一氢能在运输、储存、车载、安全及成本等方面应用缺陷的新型零碳技术，被视为全球动力和能源领域重大技术变革。

2021年，一汽解放、佛山仙湖实验室联合南岳电控等多家单位，共同开展了氨氢融合零碳燃料技术研究。其中，南岳电控承担氨氢融合复合动力燃料供给系统的研发。

内燃机是汽车动力源。氨氢融合复合动力燃料供给系统，是氨氢直喷零碳内燃机的“心脏”。攻关中，团队攻克了高压共轨液氨直喷系统、预燃室氢气点火系统、氨气气道喷射系统等难题，成功研制出全球首套液氨直喷零碳内燃机电控高压双共轨氨燃料供给系统，突破了零碳内燃机核心关键零部件技术，助力氨氢直喷零碳内燃机的“心脏”实现第一次跳动。

九、风能

123米超长海上风机叶片是怎么做出来的

科技日报 2023. 7. 4

6月28日的福建平潭外海域，随着白鹤滩号海上风电安装平台等设备的协同配合，3支123米超长16兆瓦海上风机叶片完成吊装，当前世界最大的海上“大风车”开始迎风旋转。

123米，是约40层楼的高度，如此长的叶片能同时容纳300个成年人并肩站在上面。机组叶轮直径达到252米，相当于6架C919客机首尾相连，扫风面积相当于7个足球场。

除了长，风机叶片的内部主梁结构首次采用碳纤维材料，重量减轻了 20%。此外，这款叶片 96%以上的材料实现了国产化，拥有 100%的自主知识产权……超长叶片的这些“过人之处”，为我国风电技术走向国际市场打下了坚实的基础。

定制化设计风机叶片

世界上没有完全相同的两片树叶，也没有完全相同的两组风机叶片。因为海域不同，风况各异，叶片翼型也各具特色。

“风机的叶片负责捕获风能并将风力传送到转子轴心。叶片的翼型设计、结构形式，直接影响机组的性能和功率。因此需要针对不同地区的风资源特点，对叶片进行定制化设计。”新疆金风科技股份有限公司（以下简称金风科技）研发中心叶片结构工程师袁渊告诉科技日报记者。

在福建省福州市平潭县，16兆瓦风机叶片的面内风速每秒差异最高可达 5 至 10 米，极端运行阵风（EOG）较国际电工委员会（IEC）标准超出 50%。为了将风资源评估得更精准，金风科技的研发团队将国外的多源观测资料融合技术与国内首创的虚拟测风技术相结合，两套技术系统观测的结果互为参考，实现了对风资源数据的准确评估。

评估之后，动辄百米的叶片在真实环境下进行测试已然不可行，仿真模拟成为关键的替代方式。利用金风科技自主研发的“风匠”仿真平台，风场的物理现象可以实现高保真度和高精度的还原，风机叶片与机组载荷也可以实现高准确度的模拟，让工程师可以实时调整风机叶片的翼型，寻找安全运行前提下最合适的气隙余量边界，实现最优设计。

掌握自主制造知识产权

在江苏省盐城市，123 米长的风机叶片在经历 5 道大工序、数百道小工序、历时 22 天后，从模具静置车间诞生。

就在 1 个月前，叶片的主腹板还躺在铺陈车间，由人工完成繁琐的铺陈工序，而后进行真空灌注。当腹板完成灌注之后，被放于两块主梁之间，形成一个完整的“工”字梁结构。袁渊表示，首先让两块主腹板与大腹板工装相连，确保主腹板的位置和间隙能够满足设计的要求，再连接主腹板与主梁，使主腹板起到支撑主梁的作用。

16兆瓦风机叶片特有的大厚度翼型设计，与传统的差值翼型大有不同。“其更好的结构友好性，会带来更高的机组可靠性；大肚子的钝尾缘设计，能够延缓流动分离，提高叶片升力，带来更好的发电性能……”袁渊告诉记者，这种独立知识产权的全新翼型，具有高升力、高颜值、高稳定性，能够满足机组 12 到 17 兆瓦以上的额定功率要求。

2022 年 7 月 19 日，国际风电整机巨头维斯塔斯的碳纤维主梁叶片拉挤工艺专利到期，

中国碳纤维风机叶片在破除专利障碍后迎来规模化制造热潮。彼时，16兆瓦风机叶片的研制正在攻坚，借助新的发展形势，制造团队选用碳纤维作为主梁材料，采用后掠设计，合理利用了超长柔性叶片的弯扭耦合效应，在降低约3%的叶根极限载荷的同时，叶片的重量相对传统叶片降低了20%以上，大大减轻了叶片的吊装和运输难度。

在叶片研发与制造阶段，尽管维斯塔斯的碳纤维拉挤工艺专利到期，但核心的灌浆技术专利仍在保护期内。灌浆是叶片主腹板制造的关键一步，要让树脂浆液逐步均匀分布在叶片的每个角落，需要精巧的线路设计与精细的灌注工艺。为了避免专利侵权，风机研制团队更换技术路线，形成自己的灌浆技术专利，保障了叶片在技术工艺上拥有100%的自主知识产权。

丹麦海上风电助推欧盟能源转型

参考消息 2023.6.5

在石油日渐遭到摒弃的同时，欧盟将脱碳和战略自主的大部分希望寄托在海上风电上，其中丹麦处于领先地位。

欧洲北海面积并不大，但其周边环境环绕着欧洲富国，在经济上具有重要地位。北海正在加速实现其第二次能源生命。石油和天然气在20世纪70年代到90年代推动了丹麦、荷兰、英国和挪威(尤其是挪威)本就根基稳健的经济发展。而今可以预见的发展趋势则是：未来不是在水下，而是在水上。显然，经济的大方向将随“风”而动。这些老牌经济强国能否在这场史无前例的豪赌中再次取得成功，将在很大程度上决定欧盟27国能否按时实现脱碳和能源自主目标。

无论石油和天然气的支持者发表何种言论，在那些实际上仍依赖于石油勘探和生产的公司的带领下，化石燃料将比以往任何时候都更像腐朽的“化石”，其退出历史舞台的速度要比人们想象的快得多。能源世界正在发生翻天覆地的变化，自俄罗斯出兵乌克兰以来更是如此，因为这场冲突暴露出依赖欧洲无法控制的资源的巨大风险。丹麦这个小国——仅有600万居民，面积不到4.3万平方公里，人均收入达6.7万欧元——已经成为这种不可逆转的加速转变的特别见证者。这是一场从黑色到绿色、从过去到未来的历史性转变。

“我们希望成为整个欧洲的重要绿色电力来源。”在乌克兰危机的早期阶段，丹麦时任能源大臣丹·约恩森如是说。在其第一个海上风电场落成仅20年后，这个与邻国瑞典和挪

威共同在提高公众对气候问题的认识方面处于领先地位的国家(在其民意调查中,全球变暖一直都是公民关注的首要问题)清楚地认识到,现在已经到了加快行动的时候了。仅仅绿化本国的发电矩阵是远远不够的,其最终目标是成为欧盟的重要电池,这一地位只有常年受到阳光照耀的伊比利亚半岛可以匹敌。

丹麦制订计划的规模在西班牙看来是难以想象的,因为西班牙的地形(近岸海域水深较深)导致很难将海上风机固定在海床上。但在北海,这个问题并不存在:北海水深较浅,阵风强劲且持续时间长。这里是一个完美的温床,足以让一项尚未达到成熟但已经产生了非常显著效果的技术实现蓬勃发展。更重要的是,该项目仍然处于刚刚起步阶段:丹麦制定的路线图要求到2030年实现装机容量比过去增加两倍。

到本十年末,海上风力发电将超过电力需求的40%,而且这将是完全可再生的。剩余的电力将销售到欧洲其他国家,因为丹麦距离德国、荷兰和比利时仅一步之遥。对丹麦而言,向合作伙伴伸出援助之手,用剩余的电力做生意的可能性可谓空前巨大。到2050年,风力涡轮机在北海的发展将达到顶峰,不仅是在丹麦,还将有机会进入环北海的其他欧盟国家,届时将足以满足大约3亿户家庭的用电需求。

国内首次实现大规模风电群功率集中预测

中国电力报 2023.7.5

日前,江苏海上风电全域功率预测验证工作顺利完成,通过创新多元信息融合智能动态预测技术,在国内首次实现千万千瓦级大规模风电群功率集中预测,为电网更可靠、更高效消纳清洁能源提供保障。

我国新能源近年来得到快速发展。目前,江苏新能源装机已经超过5000万千瓦。但新能源具有随机性、间歇性、波动性的特点,大规模并网遇天气变化陡升陡降时,需要火电等电源进行快速调节。

“开展功率预测,进而准确预判新能源未来形势,是从源头提高电网安全消纳新能源能力的主要方式。”西安交通大学电气工程学院博士生导师、教授丁涛介绍,当前国内外新能源功率预测主要依赖卫星云图和气象预报,结合全球地理或海域模型进行推演计算,最终统一向各预测点发布信息,采用的是“B2C”预测模式。“受气象信息来源各异、极端气候突发性强、地理及海域动态变化等因素制约,目前‘B2C’模式预测精度瓶颈为95%。”丁涛说。

作为国内最大海上风电群的消纳主体，国网江苏省电力有限公司在建立全省新能源发电数据中心的基础上，把海上风电功率预测作为试点，将该省 40 个海上风电场、2783 台风机、1182 万千瓦装机容量连点成网，通过部署在电力专网上的各场站在线监测终端，将上游风电场感知到的风向、风速、时间等气象信息，实时传递到下游风电场，为运行方式调整决策提供快速、准确的依据。

“我们激活了数据信息互通互动能力，将预测对象从‘站’转为‘风’，形成了云部署全域交互、场站端全域共享的功率预测‘C2C’新模式，能准确捕捉不断变化的台风路径，实现‘精确到风’的在线联动预测。”技术开发单位、江苏方天电力技术有限公司副总经理姜海波介绍，在“C2C”模式中首次融合了波浪、潮位等海况信息，丰富了分析预测数据源，并引入深度神经网络算法，具备关联信息自动获取、多元数据智能筛选、人工智能自主学习等功能，进一步提升预测精度和预测能力。

率先应用该技术的华能江苏清洁能源分公司南通运维站平均功率预测精度已提高 1.3 个百分点，出力峰值预测精度为 97%，已达到世界领先水平。该站负责人彭泳江介绍，该站每年能利用海上风能多发 600 万千瓦时电，减少碳排放 5000 吨。

“我们根据功率集中预测的信息，可以更加合理地安排火电机组运行方式，有利于多种电能生产方式协同调度、灵活适配，支撑新型电力系统全面消纳新能源能力的进一步提升。”江苏电力调控中心水电及新能源处处长霍雪松介绍，随着新能源功率预测技术的创新，全省海上风电可利用风资源发电能力提高 3%。

全球浮式海上风电扩张或不及预期

中国能源报 2023. 7. 24

近日，行业研究机构 TGS 在其最新市场展望报告中将 2030 年全球浮式海上风电装机量的预期下调 25%，并指出，项目推迟、成本超支等因素影响了浮式海上风电市场扩张进度。

近年来，随着海上风电开发步入深远海区域，浮式海上风电成为不二之选。然而，在业界看来，这一新兴技术从示范项目走向大规模商用还需“爬坡过坎”。

装机量短期内或下降

TGS 预测，2030 年，全球并网投运加上在建的浮式海上风电装机总量将为 1240 万千瓦；到 2035 年，这一数字将涨至 3900 万千瓦。这比 2022 年上半年该机构发布的预测分别下降 370

万千瓦和 870 万千瓦。

该机构指出，下调 2030 年浮式海上风电装机预期是现存浮式海上风电项目合同履行不及时、开发许可获得率低于预期所致，全球浮式海上风电装机爆发期可能会推迟到 2030 年之后。预计 2030 年，全球将有 600 万千瓦至 700 万千瓦浮式海上风电项目处于在建阶段。

市场研究机构彭博新能源财经近期同样下调了浮式海上风电装机预期。彭博新能源财经称，到 2035 年，并网的浮式海上风电装机量将仅占全球海上风电总装机容量的 5%，同样远低于预期。

TGS 海上研究主管理查德·奥克兰评论称：“浮式海上风电带来了希望，但交付却充满挑战。目前，各国浮式海上风电产能有限，许多国家固定式海上风电产业都并未成熟，预计到 2030 年后浮式海上风电装机量才可能出现大幅上涨。”

成本超支是主要问题

值得注意的是，各方分析都指出，困扰浮式海上风电行业的主要因素还是成本。TGS 成本测算显示，虽然浮式海上风电成本长期来看处于下降通道，但其下降速度却比预期慢。该机构预测认为，到 2030 年，浮式海上风电成本将降到 85 欧元/兆瓦时至 100 欧元/兆瓦时；到 2040 年前后，浮式海上风电产业实现规模化发展后，成本将降至 50 美元/兆瓦时左右。对比之下，2022 年，全球陆上风电成本已经将至 33 美元/兆瓦时，固定式海上风电成本也已降至 75 美元/兆瓦时左右，浮式海上风电成本距离具有竞争力的水平还有距离。

以浮式海上风电起步较早的挪威为例，该国的相关产业今年就遭遇“挫折”，5 月，挪威能源公司 Equinor 因成本超支暂停了一个浮式海上风电项目。据悉，该项目于 2022 年 6 月开始规划，当时预期装机量为 100 万千瓦，所发电力将送往附近海上油气平台。然而，今年 5 月，Equinor 公司表示，供应链不足和通胀压力让该项目不再具备“商业可持续性”，因此，“不得不暂停这一项目”。该公司同时强调，交付时间紧张、技术不足这两大因素拖累了项目进度。

行业发展潜力犹存

能源资讯网站“上游在线”援引荷兰海上工程公司 SBM 首席执行官布鲁诺·查巴斯的话称：“浮式海上风电市场存在较多潜在风险和成本问题。当前，行业并没有完全掌握解决问题的办法。加上还存在经济环境的挑战，浮式海上风电市场还需要一段时间才可能有所进展。”

不过，从长远来看，市场仍看好浮式海上风电前景。TGS 认为，未来通过规模经济、融资成本下降、技术创新，以及使用寿命延长，浮式海上风电项目有望实现降本。

欧洲风能协会指出，各国还需要投入大量资金提升浮式海上风电相关基础设施以配套产业发展。目前，全球范围内对浮式海上风电产业的扶持力度正不断加大，比如，法国、挪威、西班牙都计划在今年进行浮式海上风电招标。

漂浮式海上风电将掀起能源革新浪潮

科技日报 2023. 7. 7

今年3月，美国能源部发布海上风电普及战略，目标是让海上风电装机容量由现在的数万千瓦，提高至2050年的1.1亿千瓦。目前在全世界范围内普及的是固定在海底的着床式风电机组，其适合浅水海滩，很难应用于水深超过50米的海域，因此尚未大规模商用。让发电设备浮于海上的漂浮式系统成为美国海上风电战略的关键。美国能源部长珍妮·格兰霍姆强调：“这是21世纪最有潜力的清洁能源技术之一，将使美国到2035年实现无碳电力。”

除美国外，欧洲正在加紧推进漂浮式海上风电的实用化；亚洲国家也开始部署漂浮式风电开发。《日本经济新闻》评论称，漂浮式海上风电有望掀起能源革新浪潮。

走向深海

作为一种低成本又安全的能源，海上风电日益被视为全球脱碳的核心。

但研究显示，全球大部分风能资源位于水深超过60米的海域。美国能源部称，美国2/3的海上风能资源位于深水地区。深远海区域面积大、风力好，水深50米以上的风能密度约为近海区域的2—4倍。

随着近海风能资源开发将趋于饱和，海上风电走向深远海已是大势所趋，而水深超过60米的海域适合采用漂浮式海上风电开发模式。

据美国有线电视新闻网（CNN）报道，漂浮式海上风电场具有巨大的能源潜力，能产生比太阳能电池板或陆上风能更多的能源。格兰霍姆去年就表示，漂浮式涡轮机未来有望产生高达28亿千瓦的清洁能源，是美国目前电力需求的两倍多。

加拿大优先研究公司预测，全球漂浮式风电市场规模2030年将达到698亿美元左右。

欧美竞逐

目前有许多国家竞相研发和部署漂浮式海上风电。

据CNN报道，美国第一台全尺寸漂浮式海上风力涡轮机将耸立在缅因湾海浪上方，其叶片直径长达236米，计划于2030年前运行，预计将产生多达15000千瓦的清洁电力，足以

为数千个家庭供电。据悉，这样的涡轮机共有 10 个。

目前，全球仅有 20 个此类漂浮式海上风电设备，主要位于欧洲。专家表示，这些漂浮涡轮机是风能行业的未来，每个项目有望为 75 万户家庭提供清洁电力。

丹麦风力涡轮机发明者亨瑞克·斯蒂尔斯达尔估计，漂浮式海上风电最终可为美国东海岸和西海岸提供一半的电力，欧洲已经设定了到本世纪中叶从漂浮式海上风电获得一半电力的目标。

2022 年 9 月，拜登政府宣布了一项到 2035 年安装 1500 万千瓦漂浮式海上风力发电装置的计划。

欧洲在海上风电领域走在前列，正加紧推进实用化。苏格兰出台了全球规模最大的漂浮式风电开发计划，准备在约 8000 平方公里的海域开发装机容量达 2800 万千瓦的海上风电，其中约六成为漂浮式风电机组。挪威则计划在 2030 年前建造更多漂浮式海上风电场。英国也计划到 2030 年建成百万千瓦漂浮式海上风电设施。

亚洲推进

日本也开始推进漂浮式风电开发。在长崎县五岛列岛海岸，户田建设公司开始推进漂浮式风电机组建设。尽管规模较小，但在日本属于首例。该公司将测试漂浮式风电机组能否承受巨大台风的冲击。该公司也将与大阪大学合作，计划到 2025 年进行 1 万千瓦漂浮式风电机组的实证试验。

去年 11 月，中国海南万宁市政府与中国电建海南分公司签订战略合作协议，将投资建设全国首个百万千瓦级漂浮式海上风电试验项目。据相关报道，该项目于 2022 年 9 月完成可研评审，计划分两期建设，其中一期建设规模 20 万千瓦，计划于 2025 年前投运；二期规模 80 万千瓦，计划于 2027 年底前投运。

全球首台“导管架风机+网箱”一体化装备下线

南方日报 2023. 7. 12

近日，由明阳智慧能源集团股份有限公司（下称“明阳智能”）自主研发设计的全球首台“导管架风机+网箱”风渔融合一体化装备 MyAC—JS05 正式下线，预计 7 月下旬投用。

MyAC—JS05 以风机导管架为支撑平台，配置高性能网衣系统及智能化养殖系统，形成集海上风力发电、深远海养殖于一体的“风渔”融合智能化装备，可有效提高海域资源节

约集约化开发水平，降低资源开发成本，提高项目整体收益。

该装备实现了海上风电与海洋牧场的深度融合，通过二者在海域、结构、电力、信息传输、运维等多方位的协同，推进了能源行业与深远海渔业的“梦幻联动”。

为适应深远海台风频发的恶劣海况条件，MyAC—JS05 通过网衣方案创新及海工技术突破解决南海海域台风频发难题，最高可抵御 17 级超强台风，保障了风力发电与深远海养殖的安全性和可靠性。

由于采用了智能化渔业养殖系统，该装备具有智能投喂、智能监控监测、自动洗网、自动收鱼等功能，工作人员可实时远程查看并进行养殖作业，解决了深远海养殖无人值守与看护的难题。

明阳智能相关负责人介绍称，该装备养殖水体约为 5000 立方米，可养鱼约 15 万尾。装备投运后将开展石斑鱼等高品质鱼种养殖，预计投产后年渔获量可达 75 吨，年产值可达 500 万元。

借助 MyAC—JS05 等高端智能化海洋工程装备的部署，明阳集团将建成全国首个“海上风电+海洋牧场+海水制氢”融合项目——明阳青洲四海上风电场项目。

据悉，青洲四海上风电场项目规划装机容量 500 兆瓦，拟布置包括 11 兆瓦、12 兆瓦和 16.6 兆瓦漂浮式风机在内的 40 余台明阳智能海上大型风电机组。今年 6 月，该项目已完成国内首台 12 兆瓦海上风电机组安装。

十、核能

全球首台“玲龙一号”反应堆核心模块竣工发运

科技日报 2023. 7. 14

7 月 13 日，全球首台“玲龙一号”反应堆核心模块在一重集团大连核电石化有限公司竣工验收、启航发运，标志着我国在模块化小型堆技术创新和核电重大技术装备国产化方面实现了“零”的突破，跻身世界前列。

“玲龙一号”反应堆是国家“十四五”规划的核能先进堆型示范工程之一，是继“华龙一号”后又一国内自主创新重大成果。“玲龙一号”具备小型化、模块化、一体化、非能动等先进革新型技术，具有制造周期短、安全性高、用途广泛、部署灵活、设备成熟度高、工程可实施性好等突出优势。作为清洁的分布式能源，其在供电的同时可满足海水淡化、城市

区域供热和工业供热、偏远地区和矿区、海岛、高耗能企业自备能源等多应用场景的能源需求。

中国一重突破了主泵接管狭小空间内隔板焊接、蒸汽腔接管全位置焊接、筒体组件最终精加工、蒸汽发生器高精度安装、全拘束镍基合金与不锈钢全位置焊接等多项关键核心技术，实现了工程化应用。

随着全球首台“玲龙一号”反应堆核心模块的竣工发运，我国核电重大技术装备制造实现了从“跟跑”“并跑”到“领跑”的跨越。此举将带动我国核能相关产业群高水平发展，形成又一重要堆型的“中国品牌”，对于开拓国际小型堆市场、加快“走出去”的发展步伐具有重大意义。

“动态成壳”新法或助大规模生产聚变能

科技日报 2023. 7. 18

太阳之所以能量源源不断，就在于它内部一直进行着大量核聚变反应。核聚变反应产生的聚变能具有清洁、廉价和可靠等特性，被视为理想的能源，但在地球上大规模复制太阳内部的这一过程面临诸多障碍。美国科学家首次通过实验，证明一种名为“动态成壳”的方法，或有助实现聚变能的大规模生产。相关研究论文刊发于最新一期《物理评论快报》杂志上。

自 20 世纪 60 年代初以来，科学家们一直在探索使用高功率激光在足够长的时间和足够高的温度下压缩热核材料以触发点火的可能性，所谓“点火”指的是核聚变反应产生的能量大于输入的能量。去年 12 月，美国劳伦斯·利弗莫尔国家实验室的国家点火设施实现了点火，但大规模生产聚变能仍然存在诸多障碍。

在传统的惯性聚变能方法中，包含少量氢的同位素氘和氚的标靶被冻成球形外壳。科学家们随后用激光轰击外壳，将中央燃料加热到极高温及高压，到达一定条件时，外壳坍塌并点火，聚变反应发生。这一过程会释放出大量能量，但一个聚变发电厂每天需要近 100 万个标靶，而目前使用冷冻分层制备工艺制备标靶的方法成本高昂，难以大规模生产。

“动态成壳”是一种制造标靶的替代方法：氘和氚液滴注入泡沫胶囊，受到激光脉冲轰击时，胶囊会变成球形外壳，然后内爆并坍塌，导致点火。“动态成壳”不需要使用冷冻分层技术，因为它使用液体标靶，而且这些标靶也更容易生产。

在最新研究中，罗切斯特大学激光能量学实验室的科学家首次通过实验，证明了这种

“动态成壳”方法。最新实验或证明了大规模生产可负担的惯性聚变能的可行性。

“海水提铀”技术研究获新进展

科技日报 2023. 7. 12

7月11日，记者从中科院合肥物质科学研究院获悉，该院等离子体研究所陈长伦研究员课题组在等离子体技术制备偕胺肟复合材料用于海水提铀研究取得新进展。相关成果日前被国际知名学术期刊《应用表面科学》接收发表。

海水中铀总量约45亿吨，是陆地铀储量的1000多倍。基于偕胺肟基团修饰的高分子功能材料被认为是目前比较理想的海水提铀材料。但是，海水提铀材料面临的挑战是，偕胺肟基吸附材料的吸附性能受环境影响很大，实验室测得的吸附容量普遍高于真实海水中的吸附容量；官能基团没有得到充分利用；一些接枝方法使材料的机械性能受到损失；偕胺肟基复合材料对吸附选择性还需要进一步提高。

低温等离子体技术活化材料优势是活化材料表面，不会破坏材料体积结构，待修饰单体不需要保护，具有高效、方便、清洁无污染等优点，等离子体中活性粒子能量可以打开这些共价键重新组合。研究团队使用氧等离子体作为接枝手段，在纤维素表面制备具有多种自由基的结构，并用于后续接枝活化。等离子体改性过程中被修饰的基底暴露于部分电离的气体气氛中，通过插入或取代先前的官能团或产生用于表面接枝或随后交联的自由基，在基质上产生新的化学官能团，对基体内部结构无影响，保持基体固有的性质避免了常规方法环境污染与辐射性。结果表明，等离子体技术制备的偕胺肟化纤维素材料可以显著提升铀酰离子在低浓度情况下的富集。

研究人员表示，此创新方法可为制备改性海水提铀吸附剂材料提供新的思路。

我国最北端核电站3号机组穹顶吊装就位

科技日报 2023. 7. 26

7月25日，随着工程现场总指挥一声令下，经过一系列高精度动作，国家重点能源项目、我国最北端核电站徐大堡核电项目3号机组顺利实现穹顶吊装就位，标志着该机组从土建施工高峰全面转入安装阶段。

钢制安全壳是核反应堆厂房的重要屏障,其穹顶是保证核反应堆厂房完整性和密封性的重要组成部分,穹顶吊装是核电工程建设重要的里程碑式节点。

吊装当天,2600吨履带式吊车在工作人员的精准操控下,缓缓将穹顶吊离地面,经过起钩、提升、变幅、旋转、行走、下降、落钩等一系列高精度动作,穹顶最终在安全壳上平稳落钩。整个过程安全、有序、可控,吊装精度落位角度线偏差控制在±3毫米。

本次穹顶吊装过程具有整体吊、物项多、总重大、精度高等特点。吊装设备包含钢衬里结构、支撑笼架、部分钢筋和预应力导管、全部贯穿件、加强板、内部钢结构、设备支吊架、喷淋系统、照明系统、消氢装置、换热器设备、探测设备等,总重量达739.016吨。

作为全球核能合作典范,徐大堡核电项目3、4号机组被寄予打造核安全领域全球标杆的厚望。项目建成后,两台机组预计每年发电量可达160亿千瓦时以上,相当于每年节约燃煤量约570万吨,减少二氧化碳排放量1680万吨,约等于11万公顷森林1年的吸收量,对保障我国能源安全、优化能源结构具有积极作用。

我国铀矿勘查获突破性进展

中国能源报 2023.7.31

天然铀是核工业发展的重要物质基础,其供应链安全对核工业健康发展和“双碳”目标实现具有重要意义。

在近日召开的全国铀矿地质勘查高质量发展大会(以下简称“大会”)上,多位与会专家指出,在我国核电规模化发展的当下,铀资源需求量持续增加,尤其是自主铀资源对保障核能产业及核工业稳定发展十分关键。随着近年铀矿找矿能力提升、勘探体系完善,我国铀矿勘查取得突破性进展,未来应持续加大铀矿勘查力度和投入。

铀资源自主保障意义重大

天然铀是一种重要的战略资源和能源矿产,是核工业发展的粮食。当前,我国核电在建规模居世界第一,在运规模居世界第三,核能产业规模化发展对自主铀资源保障提出了迫切要求。

中国核能行业协会专家委员会常务副主任赵成昆日前公开表示,按照2035年在运压水堆规模达到1.5亿千瓦预测,我国年天然铀需求量将达到3万吨。若一座百万千瓦级压水堆运行60年,需天然铀约1万吨,1.5亿千瓦核电装机全寿命周期需天然铀约150万吨。

中国工程院院士孙友宏指出，整体看，未来20年我国锂、钴、铀、锆、稀土等战略性新兴产业所需矿产仍将呈快速增长态势，需求量甚至将呈指数式增长。“2022年，除煤炭和建材外，我国其他重要矿产近2/3需进口，包括铀在内的13种战略性矿产对外依存度超过70%。”

铀矿找矿效率大幅提升

基于国家对铀资源的需求，多年来，我国不断推进铀矿找矿工作，在一系列发展规划和政策推动下，铀矿找矿工作经过重大战略调整，统筹“摸清家底”和“产能提升”两大任务，取得了阶段性成果。

财政部国防司二处副处长龚一表示，新时代以来，我国铀矿找矿效率大幅提升，特别是在加大投入后找矿成果实现了历史性突破，10年来累计探明的铀矿资源量占过去68年总量的1/3，经济可采的优质资源占比超70%，推动了我国铀矿产能重心从南方硬岩向北方砂岩的重大战略转移。

大会公布的十大勘查成果显示，近年来，我国铀矿综合勘查能力大幅提升，突破性探明多个砂床。其中，探获首个位于伊犁盆地南缘超大型地浸砂岩铀矿床，创造我国单孔平米铀量最高纪录；新探获位于鄂尔多斯盆地东北部的首个单体千吨级特大型砂岩铀矿床，开发解决了超100米厚大含矿含水层地浸技术难题；探获的首个特大型砂岩铀矿床巴音青格利铀矿床，使鄂尔多斯盆地北部巨型铀矿带长度扩至120千米，成为我国首个10万吨级铀矿资源基地。

此外，特拉敖包特大型铀矿产地是鄂尔多斯盆地下白垩统发现的首个特大型铀矿产地。白垩系的重要找矿发现大幅拓展了盆地铀矿找矿空间，有望发展为巨型铀成矿带。

具体到产能，我国天然铀产能形成以北方千吨级铀矿山为主的新格局，规模化、集约化的北方砂岩铀矿产能比例提升至70%以上。另外，成功收购世界第四大铀矿——纳米比亚罗辛铀矿，掌控海外铀资源量增长1.5倍。

“产供销储一体化高效运行，销量跃居全球第二，科技创新能力显著提升，地浸砂岩型铀矿勘查开发技术总体处于世界先进水平。”中核集团党组成员、副总经理曹述栋介绍，十年来，中国铀业建立了国内开采、海外开发、国际贸易、战略储备“四位一体”天然铀供应保障体系，天然铀保障供应能力大幅提升。

持续加大铀矿勘查力度

最新的全国铀矿资源潜力评价预测，我国铀资源总量超过280万吨，资源潜力巨大。国家原子能机构秘书长邓戈指出，十年来，我国铀矿找矿共完成钻探工作量570万米，铀矿勘

查形成了“天-空-地-深”一体化勘查技术体系，具备每年 100 万米的综合勘查能力。

“目前国内已逐步建立以中国核工业地质局地质勘查队伍、属地化地质勘查队伍、企业和社会地质勘查队伍相互协调、相互补充的铀矿勘查工作体系。”内蒙古自治区科学技术厅一级巡视员黄彦斌表示，内蒙古地区属地化地勘队伍、油气企业众多，掌握地质资料丰富，建议中国核工业地质局加强开放合作，探索建立协作机制，发挥各方优势，促进铀矿找矿新突破。

在邓戈看来，持续发挥国内资源在天然铀保障供应体系中的压舱石作用，加快推进伊犁、通辽、鄂尔多斯三个千吨级铀矿大基地建设进度，按不同策略加快推进优质产能建设。

铀矿勘查的数字化转型升级同样重要。中核地质科技有限公司总工程师秦明宽建议，推进顶层设计落地，优化铀矿地质勘查领域的数字化转型路径。“进一步推广数字化铀矿勘查服务平台应用，打通勘查业务在线化应用接口，重点建设勘查移动作业平台，实现跨专业跨地域的高效协同。此外，持续推进‘核+北斗’的融合应用平台建设，聚焦数字勘查重点场景，铀地质勘查北斗深化应用。”

十一、其他

抽水蓄能核心控制系统用上国产“变速箱”

南方日报 2023. 7. 3

2023 国际数字能源展于 6 月 29 日至 7 月 2 日在深圳举行。展会当中，我国自主研发的首个大型抽水蓄能机组数字智能调速系统正式亮相。这标志着我国抽水蓄能控制保护能力和装备关键技术实现重要突破。目前，该套系统已经在广州投入使用。

抽水蓄能电站，就是在山上、山下分别建设两座水库，在用电低谷时，用富余的电能把水抽到山上，在用电高峰时，再放水发电，这样就可以把富余的清洁能源存储起来，被称为电力系统的“充电宝”。在广州抽水蓄能电站，随着机组水轮机的飞速转动，这套全国产化数字智能调速系统已经投用，截至目前，该系统已成功启动 300 次、安全运行超过 800 小时，性能稳定可靠。

“如果抽水蓄能机组是一台汽车，那么调速系统就是‘变速箱’，是机组的核心控制设备，直接影响机组运行的可靠性和稳定性。”南方电网储能公司修试分公司副总经理巩宇介绍，这套基于国产元件的调速控制系统成功研制应用，有效解决了抽水蓄能电站关键控制系

统“卡脖子”的现状，打通了供给约束的堵点和脆弱点，掌握了控制系统核心技术，确保产业链安全。

在此前，我国抽水蓄能电站“变速箱”的关键技术元件都是依赖进口。项目团队经过两年多的不懈努力，完成了技术攻关，整套系统采用多项创新技术，具有算法高效、功能完备等性能优点，关键技术国际领先。

“预计到2030年，我国抽水蓄能投产总规模较现在将增长150%，达到1.2亿千瓦。”南方电网储能公司创新与数字化部总经理王勇表示，这套系统的投用，将推进抽水蓄能行业“全国产化”由主机设备向控制系统延伸，有力增强我国抽水蓄能产业链供应链的竞争力和安全性。

科研团队自主研制设备发现独特性质化合物

中国科学报 2023. 7. 12

近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员江凌、副研究员谢华实验团队联合清华大学副教授胡憾石理论团队，采用自主研制的红外-极紫外（IR-VUV）红外光谱实验装置，在IIIB族过渡金属与一氧化碳的反应中发现了气相无限域中性七配位金属羰基化合物 $\text{Sc}(\text{CO})_7$ 和八配位金属羰基化合物 $\text{TM}(\text{CO})_8$ （ $\text{TM} = \text{Y}, \text{La}$ ），为设计具有独特性质的化合物及精准调控提供了新思路。相关成果发表于《德国应用化学》。

金属羰基化合物不仅为研究金属-配体成键和化学规则提供模型体系，还在许多催化过程中发挥重要作用。其中，高配位金属羰基化合物的制备和表征是最具挑战性的科学问题之一。与离子型金属羰基化合物相比，中性金属羰基化合物由于缺乏电荷，难以进行探测及质量选择，实验研究非常困难。因此，实现中性高配位金属羰基化合物的制备及光谱表征是目标之一。

为实现对中性金属羰基化合物的精准探测和结构解析，近年来，江凌团队自主研制了高通量的激光溅射团簇源，并建立了基于大连相干光源的IR-VUV红外光谱实验方法。在这项研究中，团队利用自主研制的中性团簇红外光谱实验装置，制备了中性 $\text{Sc}(\text{CO})_7$ 和 $\text{TM}(\text{CO})_8$ （ $\text{TM} = \text{Y}, \text{La}$ ）产物，并将红外激光振动预解离与准分子激光器产生的193纳米极紫外激光电离相结合，测定了它们的红外光谱。胡憾石团队则通过高精度量子化学理论计算，得到了这些产物的稳定构型及其红外光谱，且与实验光谱高度吻合。

该项研究发现了气相无限域中性七配位和八配位的过渡金属羰基化合物,有助于促进尺寸分辨中性团簇红外光谱的发展,为从原子分子水平上设计、制备和表征各种具有独特性质的化合物提供了新策略。

高导电金属凝胶可实现室温 3D 打印

科技日报 2023. 7. 7

据 7 月 5 日《物质》杂志报道,包括美国北卡罗莱纳州立大学研究人员在内的一个团队开发了一种金属凝胶,这种凝胶具有很高的导电性,可在室温下打印三维(3D)固态物体。这项技术为制造各种各样的电子元件和设备打开了大门。

为制造这种金属凝胶,研究人员从悬浮在水中的微米级铜颗粒溶液开始进行操作,先在其中加入少量的铟镓合金,这种合金在室温下是液态金属,然后搅拌混合物,此时他们发现,液态金属和铜颗粒基本上相互粘在一起,在水溶液中形成了一个金属凝胶“网络”。

论文合著者、北卡罗莱纳州立大学化学与生物分子工程教授迈克尔·迪基解释说,这种凝胶的稠度很重要,因为这说明铜颗粒在整个材料中的分布相当均匀。首先,这意味着粒子网络连接在一起形成了电子路径;其次,这意味着铜颗粒不会从溶液中沉淀出来,堵塞打印机。

所得凝胶可使用传统的 3D 打印喷嘴进行打印,并能使打印物体保持其形状。而且,当打印的 3D 物体在室温下干燥时,会变得更加坚固。

有趣的是,研究人员发现,颗粒的排列方式会影响材料的干燥方式。例如,如果打印一个圆柱形物体,当它干燥时,两边会比顶部和底部收缩得更多。如果物体在室温下干燥,这个过程就比较慢,不会影响物体结构变化。如果对其加热,如放在 80℃ 的加热灯下快速干燥,可能会导致结构变形。

由于此变形是可预测的,这意味着可通过控制打印物体的图案和干燥时所施加的热量,使打印物体改变形状。

研究还发现,由于打印物体最终含有高达 97.5% 的金属,因此具有很高的导电性。虽然它们的导电性不如传统的铜线,但在室温下 3D 打印铜线是不可能的。

我国发布 13 种矿产资源全球储量评估数据

中国自然资源报 2023. 7. 10

7月8日,自然资源部中国地质调查局全球矿产资源战略研究中心发布《全球矿产资源储量评估报告 2023》。报告在 2021 年首次发布的《全球锂、钴、镍、锡、钾盐矿产资源储量评估报告》基础上新增铁、锰、铬、铜、铝、铅、锌、磷 8 种矿产,并更新了锂、钴、镍、锡、钾盐 5 种矿产数据,全面客观地评估了截至 2021 年底全球 13 种矿产资源储量信息。

报告采集覆盖全球 150 个国家的 2 万余个矿业项目数据,并对全球不同储量体系数据和一些国家公布的储量数据按统一标准进行对标和合理修正,最终获得可靠、可信的全球矿产资源储量评估数据。根据报告,全球铁矿石储量 1643 亿吨,资源量 5828 亿吨;全球锰矿储量 20.34 亿吨,资源量 80.73 亿吨;全球铬铁矿储量 20.42 亿吨,资源量 43.01 亿吨;全球铜矿储量 82163 万吨,资源量 191961 万吨;全球铝土矿储量 153 亿吨,资源量 432 亿吨;全球铅矿储量 7547 万吨,资源量 27466 万吨;全球锌矿储量 22567 万吨,资源量 63578 万吨;全球镍矿储量 9414 万吨,资源量 28063 万吨;全球锡矿储量 327 万吨,资源量 1002 万吨;全球钴矿储量 668 万吨,资源量 2780 万吨;全球锂矿(碳酸锂当量)储量 13488 万吨,资源量 38852 万吨;全球磷矿储量 340 亿吨,资源量 1,068 亿吨;全球钾盐(氯化钾当量)储量 149 亿吨,资源量 690 亿吨。

报告显示,全球铁、锰、铬、铝、磷、钾盐和锂资源储量丰富,而锡、铅、锌、镍、钴、铜等资源的保障程度较低。我国这 13 种矿产的储量在全球占比差异较大,其中锡、铅、锌、锰 4 个矿种的资源储量全球占比超过 10%,属于优势矿产;而其他 9 种矿产资源的储量全球占比比较低,属于紧缺矿产。

报告的发布进一步丰富了具有我国自主知识产权的全球储量评估体系,为积极推进全球矿业合作构建全球矿业命运共同体贡献了中国智慧和力量。据悉,中国地质调查局计划“十四五”期间完成对 40 种主要矿产的全球储量评估,定期动态发布评估报告提供权威的全球矿产储量数据信息。

新能源新材料科技成果发布

中国电力报 2023. 7. 3

6月28日,2023世界新能源新材料大会重磅发布5项重大前沿科技成果,其中3项与氢能相关

1、全球首创插片式带压电解槽及氢舟™电解水制氢系统

中国科学院院士、清华大学教授欧阳明高团队

◇集成冬奥氢安全技术云帆电解单片与数字化平台提供安全、智能、高效的先进绿氢制取解决方案

◇氢舟™电解水制氢系统目前可以实现50~1000标方/每小时定制化集成并开发了绿氢工厂解决方案

2、液态阳光技术

中国科学院院士、大连化物所研究员李灿团队

◇包括高效固溶体催化二氧化碳加氢制甲醇技术低能耗、大规模碱性电解水制氢技术,风光发电制氢及甲醇合成的全流程智慧化管控3项关键技术

◇我国当前甲醇表观消费量已接近1亿吨/年若全部采用液态阳光技术可减排二氧化碳约4亿吨/年

3、二氧化碳加氧一步法制芳烃技术

清华大学教授、鄂尔多斯实验室主任魏飞团队

◇创制了纳米金属氧化物与分子筛耦合催化剂实现了温和条件下将二氧化碳和绿氢一步法生成90%以上芳烃或航煤等高端产品

◇打破了加氢和芳构化操作条件不匹配原料高转化率和产品高选择性难以同时达成的技术瓶颈

4、全球首套电石法聚氯乙烯(PVC)无汞化生产技术

内蒙古鄂尔多斯电冶集团

◇解决了催化剂寿命短、副产物量大、诱导期长、黄金流失严重等一系列核心问题,建设了全球首家电石法PVC无汞规模化工业生产示范工厂

5、高焓值系列高低温煤矸相变材料

内蒙古伊泰集团

◇自主研发了煤基高端相变材料新技术,煤经气化、费托合成、精密分离等反应分离过程,实现了从煤炭到高端相变材料的转变形成相变点覆盖20-80摄氏度范围的全系列相变蜡产品

便携设备让你能“凭空取水”

科技日报 2023. 7. 11

近日，美国加州大学伯克利分校科学家设计了一种手持设备，让你可以“凭空取水”——仅使用阳光作为能源，从空气中提取水分子并将其转化为可饮用水。研究团队指出，气候变化使全球干旱状况进一步加剧，该设备可以在任何地方提供清洁水，有望解决紧迫的缺水问题。相关研究刊发于最新一期《自然·水》杂志。

这种“采水机”由一种被称为金属有机框架（MOF）的超多孔材料制成。研究团队在伯克利和北美最炎热、最干燥的地方——死亡谷国家公园测试了该设备。尽管死亡谷的湿度极低，气温也很高，但该设备能在这两个地方反复提取水。每公斤 MOF 每天可提取 285 克水，相当于一杯水的量。而且，该设备可以持续运行多年。在其使用寿命结束时，可在水中以零排放和可持续的方式将其拆卸和重新组装。

而且，与其他清洁水技术相比，这种采水机完全由阳光供电，不需要额外的电源即可运行，因此不会排放温室气体。它也比过去的 MOF 采水机小，可以放在手提包里。尽管“体型”变小，但能效甚至更高。从空气中提取 1 立方米的水蒸气能产生 200 克清洁水，是团队早期类似设备的 3 倍多。

团队指出，可进一步提高这个原型机的效率并缩小尺寸，在数据科学和机器学习的帮助下，其未来可应用于家庭和社区，出现在厨房里，甚至空调旁，为家庭提供清洁的烹饪和洗涤用水。

渤海亿吨级油田群垦利 6-1 全面投产

科技日报 2023. 7. 13

7 月 12 日记者从中国海洋石油集团有限公司（以下简称中国海油）获悉，渤海亿吨级油田群——垦利 6-1 油田群实现全面投产，标志着我国成功掌握了非整装大型油田开发技术体系，对进一步提升国家能源安全保障能力具有重要意义。

据介绍，垦利 6-1 油田位于渤海南部海域，石油探明地质储量超过 1 亿吨，是我国渤海莱北低凸起浅层勘探发现的首个亿吨级岩性大型油田。油田群的开发主要包括 4-1、5-1、5-2、6-1 和 10-1 北等 5 个区块，由 9 座无人井口平台和 1 座中心处理平台组成，是中国海上迄

今为止智能井口平台最多的开发项目。

垦利 6-1 油田群属于浅水三角洲沉积，储量虽大但油层薄、分布广、丰度低，用传统方式开发经济性不高。“我们依托周边油田，采用智能无人平台的方式进行开发，节省投资成本约 20%，从设计到见产仅用了两年时间，创造了渤海亿吨级油田开发纪录。”中国海油天津分公司渤南作业公司副总经理冉从俊介绍说，截至目前，垦利 6-1 油田群日产原油突破 8000 吨，预计高峰时期每年可贡献原油超 200 万吨。

据了解，垦利 6-1 油田群井口平台采用智能化、无人化设计，177 口井全部在无人平台使用远程控制，开发模式实现从人工为主、数据为辅的经验模式向数字化驱动、智能化协同的大数据辅助决策模式转变。中国海油天津分公司副总经理孙鹏霄表示，垦利 6-1 油田群是我国海上亿吨级油田开发中首次大规模采用智能联动集成应用，它的成功开发为推动同类型亿吨级油田的经济高效开发奠定了基础。

我国在多尺度海—气相互作用研究领域取得进展

中国自然资源报 2023. 7. 13

近日，由我国科研团队在中纬度多尺度海—气相互作用研究领域取得重要进展，首次利用涡解析地球系统模式揭示了中纬度锋面尺度海—气相互作用对次海盆尺度副热带模态水的控制机理。研究成果以《湾流锋面控制北大西洋副热带模态水的形成》为题，发表于国际权威综合性学术期刊《国家科学评论》。科研团队由中国科学院院士吴立新领衔，国家自然科学基金优秀青年科学基金项目获得者甘波澜教授等专家组成。

作为全球体积最为庞大的副热带模态水，北大西洋副热带模态水形成于湾流及其延伸体南侧，在全球气候变化和物质能量输运中扮演着重要角色。传统的副热带模态水形成机制主要基于以大气驱动海洋为特征的大尺度海—气相互作用建立，但以此为理论框架的气候模式对副热带模态水的模拟效果却不甚理想，特别是低分辨率模式会极大低估副热带模态水的形成率，而其背后的原因一直不清楚。

该研究基于涡分辨率地球系统模式（海洋 10 千米、大气 25 千米）试验，揭示了以海洋驱动大气为主的锋面尺度海气耦合对次海盆尺度北大西洋副热带模态水形成的主导作用。研究表明，湾流锋面可以通过增大表面风速和增强海—气湿度差，导致海表潜热释放增加，其累积效应能够显著扩大海洋次表层等密度面的露头面积，从而促进副热带模态水的形成。海

气耦合模式中海洋分辨率的提高，尤其是对锋面尺度海气耦合过程刻画的改善，是准确模拟北大西洋副热带模态水体积和空间分布的关键所在。

该研究改变了“副热带模态水是大尺度海-气相互作用的产物”这一传统认知，强调了锋面尺度海-气相互作用的关键作用，为深入理解模态水的形成机理提供了全新视角，对改善当前气候模式在模态水及其气候、生态效应的模拟与预测方面具有重要的理论指导意义。

研究成果由甘波澜教授为第一作者兼通讯作者，实验室博士后于晶洁为共同第一作者，联合来自国内外多家科研机构的专家学者共同完成。研究得到了国家自然科学基金优秀青年科学基金、国家自然科学基金重大研究计划等项目资助。

“亚洲第一深”流花 11-1 平台即将建成

广州日报 2023. 7. 19

又一“国之重器”！流花 11-1 平台将在珠海金湾建成。昨日，记者从珠海市金湾区了解到，在珠海金湾建造的“亚洲第一深”、高 338 米的流花 11-1 平台导管架迎来了新的关键建设节点，截至目前，导管架建造整体进度已超 88%，标志着该亚洲第一超大型海洋油气平台导管架建造正式进入最后完工冲刺阶段。

据介绍，流花 11-1 平台分为导管架、上部组块两部分组成，总高度超过 370 米，在海洋固定式平台领域排名世界第七、亚洲第一。不久前，该平台的上部组块也在同一场地内开启总装建设。根据计划，导管架+上部平台预计将于 2024 年建成，并分别拖往预定海域安装投用。

其中，流花 11-1 导管架是我国首次自主建造的 330 米级深水导管架。流花 11-1 深水导管架所在海域平均水深 324.5 米，导管架设计高度 338 米，重约 37000 吨，相当于 4 个埃菲尔铁塔的重量，首次采用了大面积 S420 级高强度钢。

自 2021 年 12 月开工建造以来，流花项目团队聚焦大型导管架建造原创性、引领性科技攻关，连续攻克超大型深水导管架柔性变形尺寸控制、S420 高强钢焊接、超大吨位结构物多吊机联合吊装等一系列关键技术难题。值得一提的是，流花 11-1 深水导管架建成后，将刷新“海基一号”深水导管架 302 米的亚洲纪录，成为亚洲深水导管架建造史上的又一里程碑，填补国内超大型深水导管架设计建造的多项技术空白，进一步提高我国深水超大型海洋油气装备的自主设计建造能力，为世界超大型深水导管架建造提供“中国领先解决方案”。

此外，今年6月，随着重达483吨的底层甲板片缓慢起吊、精准就位，流花11-1平台上部组块总装建造在珠海场地正式启动。流花11-1平台是一座集钻井、生产、生活为一体的多功能海上油气钻采平台，其中平台上部组块采用一体化模式施工建造，各功能模块在陆地采用“搭积木”方式进行拼接，再整体运送到海上安装。该平台的上部组块长67米、宽37米、高39米，总重量超过1万吨，投影面积达2479平方米，相当于6个标准篮球场大小，其生活楼可容纳100人。据了解，流花11-1油田距香港东南约220公里，于1996年3月投产，是我国首个深水油田，也是迄今为止我国海上地质储量最大的礁灰岩油田。

中国接连开建万米超深钻井

环球时报 2023. 7. 24

中国在数月内相继开工两个万米超深钻井项目，引起了外界的高度关注。美国有线电视新闻网（CNN）21日称，这两个最大钻探深度超过1万米的超级工程将成为全球最深的人造钻井之一，它们不但能探测地下深层资源，同时也能帮忙科学家了解地球的内部构造。

据介绍，业界通常将井深4500米至6000米的钻井定位为“深井”，6000米至9000米为“超深井”，超过9000米为“特深井”。CNN称，中国近日开工了一个新的特深钻井，最终将深入中国西南部四川盆地的地下10520米处。报道称，该地区是天然气生产的主要地区，预计将在那里找到丰富的天然气储备。在该项目启动前不久，中国已经开始在新疆塔里木盆地开工钻探另一个特深钻井，计划钻探深度为11100米。报道称，“如果完工，它们将成为世界上最深的人造钻井之一”。目前该领域的世界纪录由俄罗斯现已废弃的科拉钻井保持，它是苏联历时20年完成的科学钻探项目，深度达12262米，也是当前唯一深度超过万米的人工钻井。

根据新华社报道，5月30日，我国首口万米科学探索井——深地塔科1井在新疆塔里木油田开钻；7月20日，四川盆地第一口万米深井——深地川科1井正式开工。

CNN称，通过深入钻探地下深处，可以让科学家更多地了解地球是如何形成的，地下岩石蕴涵着世界形成的地质时间表。同时这些钻井也有诱人的商业前景，能发现地下深处隐藏的、利润丰厚的能源储备。印度ndtv网站21日称，借助对地下深处的勘探工作，科学家不但可以确定隐藏在地下的矿产和能源资源，还有助于评估地震和火山爆发等环境灾害的风险。

香港《南华早报》网站21日称，深地川科1井的钻探活动是中国深地探索工程之一，

这类工程是中国更广泛的基础设施建设的组成部分，目的是为中国“未来科学研究和油气资源开发提供重要基础和支持”。报道援引中国石油西南油气田公司勘探事业部副经理丁伟的话说，“实施万米深地探索工程，是比肩探月工程的‘国之重器’。”

英国《新科学家》网站形容说，这些万米深地“超级工程”将成为有史以来最深的钻井之一，让研究人员探知新的地质信息和超深石油储量。例如新疆塔里木盆地蕴藏着中国一些最大、最深的油田。2022年，中石化在该油气田垂直深度超过8000米的钻井已达49口。它还可以让研究人员深入了解塔里木盆地独特的地质构造。德国波茨坦大学的爱德华·索贝尔说，这个钻探项目包括收集核心样本和地球物理测量，也可以让研究人员了解塔里木盆地的独特地质情况。索贝尔说，塔里木盆地本身有超过10亿年的历史，稳定的基岩被数亿年的沉积物覆盖。他强调说，“你会发现从寒武纪时期开始的一个非常连续的沉积物层”，与美国大峡谷中可见的地层相当。

《南华早报》还提到，在钻探过程中，工程人员必须克服世界级难题。据称，在地下万米以下的高温环境中，金属钻具会像面条一样柔软，138兆帕超高压环境如同潜入1.38万米的深海，远超地球海洋最深处马里亚纳海沟的海水压力，极易发生井壁坍塌、井喷井漏、材料失效等复杂事故。为此中国工程团队攻克抗超高温的钻井液研发，同时采用我国自主研发的1.2万米特深井自动化钻机，配备钻台机械手、动力猫道等自动化装置，对探寻万米超深层规模油气资源、创新形成我国特超深层油气成藏地质理论、推动我国油气工程核心技术装备能力进步意义重大。

煤矿甲烷减排引发关注

中国能源报 2023. 7. 24

“甲烷是一种短寿命、强效的温室气体，也是全球第二大温室气体，自工业革命以来，约30%的全球温度上升由甲烷排放造成，实现快速且持续地甲烷减排将对减缓全球气候变化起到立竿见影的效果。”近日，《中国能源报》记者在《煤矿甲烷减排监管路线图和工具包》中文版报告（以下简称《报告》）专家研讨会上了解到，全球甲烷减排行动势头强劲。

受到重视

《报告》指出，2022年，全球煤矿甲烷的排放量约为4050万吨，相当于约12亿吨二氧化碳当量。要减少全球甲烷排放量就必须解决煤炭甲烷排放问题，采取行动减少石油和天

然气作业、废弃物和农业等领域的甲烷排放量。

2021年11月，第26届联合国气候变化大会发起《全球甲烷承诺》，共有150个国家加入，承诺通力合作，到2030年将甲烷排放量在2020年的排放水平基础上减少30%。中国环境科学学会气候投融资专业委员会副秘书长廖原表示：“能源行业是我国最大的甲烷排放源，排放占比约为46%，我国煤矿甲烷排放控制和回收利用面临着诸多的挑战，尤其是对低浓度煤层气和防控瓦斯仍缺乏有效的治理手段，回收利用成本依然很高，需要更广泛的关注和更大力度的投入。”

近年来，我国不断推进甲烷减排投融资的支持政策。2021年4月，中国人民银行、国家发改委、中国证监会联合发布《绿色债券支持项目目录(2021年版)》，将甲烷泄漏检测与修复装置配备、低浓度瓦斯的开发或回收综合利用纳入绿色债券支持的范围；2022年11月，生态环境部发布《关于印发气候投融资试点地方气候投融资项目入库参考标准的通知》，将煤层气抽采利用设施的建设与运营等过程中减少甲烷逃逸排放等项目纳入投融资支持范围；今年3月，国家发改委发布《绿色产业指导目录(2023年版)》(征求意见稿)，将煤层气(煤矿瓦斯)抽采利用设施建设和运营列入支持目录。

卓有成效

“甲烷减排支持政策可以激励市场主体参与甲烷减排，推动更多资金投向这一领域，实现气候效益和经济效益双赢。”廖原指出。

清华大学能源环境经济研究所副所长腾飞认为：“我国煤矿甲烷减排领域已采取很多行动并产生显著减排效果。过去几年，我国陆续关闭落后小煤矿，这些小煤矿甲烷排放因子较高，规模较小，管理较落后。随着这些小煤矿关闭，大规模煤矿进一步集中，我国煤矿甲烷排放量逐步降低。”

应急管理部信息研究院副院长刘文革称：“我国煤矿治理已取得巨大成就。从煤层气方面来看，2022年产量为86亿立方米，全国煤矿瓦斯年抽采量稳定在130亿立方米左右，利用率达到45%左右，实实在在减少了大量甲烷排放。”

在国际能源署法律顾问K.C.Michaels看来，中国已采取有力措施减少煤矿甲烷排放，如中国神华为矿山配备煤矿甲烷减排专门的排水和利用系统，利用率达到60%；2020年11月，生态环境部、国家发改委、国家能源局联合印发《关于进一步加强煤炭资源开发环境影响评价管理的通知》，提出当甲烷体积浓度高于8%的抽采瓦斯，推动其综合利用。

数据治理

“要进一步实现煤矿甲烷减排，清单数据问题是最大挑战。”腾飞认为，我国在关闭大

量小煤矿的同时，有大量废弃矿产生甲烷排放。随着我国实现碳中和目标，煤炭占能源的占比逐步下降，会有大量煤矿逐步退出运行，进一步产生废弃煤矿甲烷排放。“明确我国煤炭甲烷的构成、区域分布特点等，有针对性制定甲烷减排政策，在清单数据方面进一步精确，可避免政策制定产生误差。”

中国矿业大学（北京）副教授高俊莲认为，我国应重视废弃煤矿产生的甲烷排放问题。统计数据显示，2011-2020年，我国大约废弃一万个矿井。“需要注意的是，一方面，这些废矿本身没有数据，另一方面，即使后期要进行废弃矿井治理利用，谁来牵头做以及如何实施等相关产权问题将产生极大阻碍。此外，谈到减排都需要摸清排放现状，但每个矿的差异性非常大，废矿怎么监测？废矿监测高昂的成本谁来出？这些问题没有解决好，后期推广会更难。”

K. C. Michaels 表示，废弃煤矿造成的甲烷排放规模难以准确估计等问题，将为煤矿甲烷减排带来挑战，提高关于废弃煤矿规模和地点的清单数据准确度很重要。“基于此，报告提供监管路线图和监管工具包，可帮助政策制定者收集在设计、起草和实施有效监管过程中所需的信息，提供国际能源署政策数据库中的相应案例作为参考。”

煤炭与新能源如何融合发展

中国电力报 2023. 7. 31

核心提要

结合煤矿所在区域光照资源条件，利用采煤沉陷区闲置土地资源，统筹推进光伏发电与生态修复，是煤炭与新能源耦合发展的重要途径

太阳能、风能、空气能、地热能和其他余热资源，为煤矿清洁供热提供了更多选择

优先选取大型现代化煤矿开展工程示范，以点带面、循序渐进，倡导和培育区域或行业层面的煤炭与新能源融合发展新业态，推进行业高质量发展

我国“富煤贫油少气”的能源资源禀赋，决定了在协同推进降碳、减污、扩绿、增长的过程中，必须坚持先立后破、稳妥有序的原则，一手抓好煤炭清洁高效利用，一手促进新能源与清洁能源发展，持续推动煤炭和新能源优化组合、融合发展，确保安全降碳。

主要形式

煤炭生产企业应重点推进煤炭、煤电、新能源产业一体化协同，加快实施煤炭用能结构

优化调整，大力发展循环式生产、循环式组合，不断推动资源高效利用和绿色低碳发展，确保如期实现碳达峰目标。

（一）依托煤炭矿区发展新能源

2022年全国煤炭产量45.6亿吨，西部地区占比60.7%。煤炭生产重心进一步向沙漠、荒漠、戈壁地貌较广的西部地区集中，煤矿布局与大型风电、光伏基地布局趋于一致，煤炭、煤电、新能源协同互补优势更为明显，一体化实施的条件更为齐备。

一是推动煤矿、煤电、新能源联营。国家针对煤电联营、煤电新能源联营出台了一系列政策措施，鼓励开展实质性联营。发展联营以增量新能源项目为抓手，以煤矿项目为支撑，优先实施煤矿、煤电、新能源由一个独立法人运营的联营模式，从公司治理结构上解决利益诉求不一致的问题，化解煤炭供需和电网调峰矛盾，实现产业协同发展。

二是发展井工煤矿采煤沉陷区新能源发电。结合煤矿所在区域光照资源条件，利用采煤沉陷区闲置土地资源，统筹推进光伏发电与生态修复，是煤炭与新能源耦合发展的重要途径。有关文件多次强调，支持在采煤沉陷区开展具有生态环境保护和修复效益的新能源项目。各地也积极开展应用实践，产煤省区采煤沉陷区光伏示范项目已有并网发电案例。

三是发展露天煤矿新能源发电配套换电重卡。近年来，国家和地方先后出台政策，鼓励支持发展电动重卡。露天煤矿车辆运输具有路途较短、线路固定、货源单一等特点，非常适合电动重卡。在排土场、边坡等闲置土地建设光伏发电项目，配套换电站实现电池储能，可做到全额自发自用不上网，并实现压降运营成本和降低碳排放。

（二）利用清洁能源发展低碳供热

目前，煤矿供热以燃煤锅炉为主，用途中生活热水约占10%、采暖约占45%、井筒防冻约占45%。太阳能、风能、空气能、地热能和其他余热资源，为煤矿清洁供热提供了更多选择。

一是发展可再生能源供热。主要包括太阳能、地热能和风能。太阳能利用技术成熟、应用广泛，光照条件具备时优先使用太阳能集热系统，当温度无法满足时启动热泵、电锅炉等辅助热源。地热能和风能主要结合资源条件，地热能需施工钻井取热，风能可直接转化为机械能驱动热泵系统压缩机做功，实现供热。

二是推广余热能源回收。煤矿生产中伴生的低品位热能包括矿井水余热、乏风余热以及设备余热和洗浴废水余热等。其中，矿井通风温度约17至22摄氏度，矿井水约18摄氏度，空压机余热约80摄氏度，洗浴废水余热约35摄氏度，均蕴含丰富热能。

三是攻关低浓度瓦斯高效利用。矿井瓦斯即甲烷，属非常规天然气，高浓度瓦斯目前已

基本实现利用，但低浓度瓦斯利用仍处于起步阶段，造成浪费的同时也增加碳排放。低浓度瓦斯通过加热、氧化，可以实现热量回收，目前已在部分煤矿企业开展示范试验。

（三）结合用能替代开展零碳（低碳）示范

煤矿作为工矿企业，在生产环节要开展清洁能源替代，发展低碳、零碳能源消费模式。

一是推进煤矿智能化建设。应用数字化、信息化技术，提高煤矿自动化、智能化水平，强化煤矿用电需求侧管理，加强煤矿智能综合管控，增强煤矿生产工序和用电负荷灵活优化能力。近年来，煤矿智能化加速推进，全国已累计建成智能化采煤工作面 1043 个、掘进工作面 1277 个，智能化建设总投资规模近 2000 亿元，煤炭生产方式根本性变革进一步加快。

二是建设分布式光伏、风电项目。充分利用煤矿工业场地建（构）筑物屋顶、闲置空地和护坡等，建设分布式光伏、风电，适当配套储能系统，按照自发自用的模式，以绿电替代生产生活所需网购电。

三是构建煤矿场区分布式智能微电网系统。统筹煤矿分布式电源与用电需求，配合储能装置和智能控制系统，采用先进的互联网及信息技术，在煤矿用电侧建设矿用智能微网，实现电力供应和消费的优质匹配，提升绿电使用比例。

对策建议

由于存在思想认识不完全一致、政策配套还有待加强、标准体系建设还处于起步阶段等问题，推动煤炭与新能源融合仍需多措并举，实现各项工作向纵深推进。

一是研究系统性的指导意见。煤炭企业作为生产能源的工业企业，同时也是耗能企业。“双碳”目标下，煤炭与新能源的深入结合不应缺席，也不能缺席。建议有关方面从加强行业指导着手，强化顶层设计和统筹谋划，研究涵盖煤矿生产、伴生资源利用、塌陷区新能源发展、土地复垦绿化等各环节的煤炭新能源融合发展思路，指引煤炭企业进一步统一思想、提高认识，调动各煤矿积极性和主动性，充分利用各自条件、发挥各自优势，推进煤炭企业更加绿色低碳高质量发展。

二是细化针对性的支持措施。煤矿企业在治理生产造成的土地塌陷中，需要给予当地居民补偿，并对塌陷区进行平整和生态修复，具备同步规划建设光伏项目的有利条件。但由于在新能源指标获取方面尚无差异化的支持政策，目前生态修复和新能源发展有机结合的程度还有待提高。建议针对采煤沉陷区新能源发展，研究更为具体的措施，支持煤矿企业新能源项目取得建设用地、配置新能源指标、纳入项目建设库、列入年度开发方案等，为煤矿企业发展新能源创造条件。

三是开展引领性的技术创新。煤炭企业利用新能源和伴生能源的总体水平偏低，相关领

域技术发展还处于起步阶段。建议结合煤矿生产特点，针对性地研究煤炭与新能源融合发展技术，通过研发计划、揭榜挂帅、产学研融合等多种方式，重点突破煤矿智能化关键技术以及各类余热高效利用、低浓度瓦斯氧化利用、新能源发电与煤矿供电系统智能微网等技术，为煤炭绿色低碳转型发展提供支撑。

四是健全约束性的标准体系。要结合技术创新和示范应用进展，不断健全与煤矿企业发展新能源相适应的标准体系，通过建立认证机制、发布先进技术装备目录以及强制约束等手段，引导支持企业采用先进技术和工艺，开展新能源、伴生能源高效利用和用能用电系统智能化改造，持续加强标准约束和引导。

五是创建导向性的示范项目。结合煤炭企业特点，重点要在生产环节与新能源融合，引导开展清洁能源替代，降低单位产品碳排放，对于无法避免的排放可采用碳汇、碳交易等方式实现抵消，逐步通过建设低碳、零碳矿山示范项目，引领形成新的能源消费模式。具体可根据煤矿条件，优先选取大型现代化煤矿开展工程示范，以点带面、循序渐进，倡导和培育区域或行业层面的煤炭与新能源融合发展新业态，推进行业高质量发展。