

# 能 量 转 换

## 剪 报 资 料

总 53 期  
5/2022.5

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. 德国能源转型面临挑战..... 5
2. 去年全国可再生能源发电量达 24853 亿千瓦时..... 5
3. 新能源大规模并网要过系统安全关..... 6
4. 今年全球能源价格预计将上涨 50% ..... 8
5. 追“风”逐“日”广东韶关抢抓新能源产业机遇 ..... 8
6. 建千万千瓦级清洁能源基地 创国家级新型电力系统示范区 ..... 10
7. 内蒙古发展新能源全产业链 ..... 11
8. 推动可再生能源高质量跃升发展 ..... 12
9. 国办转发国家发展改革委国家能源局《实施方案》——促进新时代新能源高质量发展 ..... 15
10. 多地力推微电网建设..... 15
11. 农村用能体系要变绿更要可持续..... 17
12. 推动新能源实现高质量发展..... 18
13. 华北 5 省市“十四五”能源发展 ..... 20

#### 二、热能、储能、动力工程、节能

1. 储能产业实现超预期增长 ..... 21
2. 非金属离子储能系统新策略 ..... 23
3. “纳米王子”出手乙二醇生产更绿色 ..... 23
4. 锂离子电池储能系统热——安全管控技术获突破 ..... 24
5. 超薄燃料电池利用人体自身糖分发电 ..... 25
6. 我国新型储能市场保持高速增长 ..... 25
7. 受潜水苍蝇启发开发新型能源存储器件 ..... 27

8. “下一代奇迹材料” 石墨炔首创成功 .....	27
9. 储能将从商业化初期转向规模化发展期 .....	28
10. 充电时能吸收二氧化碳的电池 .....	29
11. 共享储能商用面临多道关卡 .....	30
12. 铅炭电池：电化学储能新赛道 .....	32
13. “全球最快充电电池” 将在南沙 “智造” .....	34
14. 我国电动汽车市场领跑全球 .....	37
15. 加强电化学储能电站安全管理 .....	38
16. 纤纳 $\alpha$ 钙钛矿组件全球首发 .....	39
<b>三、碳达峰、碳中和</b>	
1. 能源碳达峰要把握好三项原则 .....	40
2. 将碳锁在海底潜力无限 .....	43
3. 天津加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系 .....	44
4. 霍尼韦尔持续打造低碳建筑数字化解决方案 .....	46
5. 碳排放权会有偿分配吗？——生态环境部将研究配额有偿分配相关制度、配额结转处理方式等 .....	46
6. 探索海洋碳汇发展之路 .....	48
7. 高效变压器竞速 “双碳” 赛道 .....	51
8. 为实现 “双碳” 目标贡献核力量—— “十四五” 能源领域科技创新规划解读之十二 .....	52
9. 新材料突破锂离子电池瓶颈 .....	55
10. 能源安全 “优先级” 提高全球降碳节奏悄然生变 .....	57
11. 服务 “双碳” 战略 推动绿色发展——院士专家共议 “双碳” 目标与自然资源管理 .....	58
12. “双碳” 战略为农村能源转型带来新思路 .....	61
13. 燃料乙醇 “双碳” 路径上的生物助推器 .....	63
<b>四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）</b>	
1. 到 2025 年全省土壤与地下水污染源得到基本控制 .....	65
2. 酶变体可 “吃掉” 数十亿吨塑料垃圾 .....	66
3. 推动高效低成本生物能源应用 .....	67
4. 美研发化学废物再利用软件 .....	67
5. 广州南沙：全国首个全区推进的 5G + 云化 AI 智能生活垃圾分类监管系统上线 .....	68
6. 蓝绿藻可给计算机供电 .....	69
7. 新方法抑制蓝藻生长将降低水环境污染防治成本 .....	70
8. 我科研团队利用废弃玉米秸秆制备高效除磷器件 .....	71

9. 新型催化剂助力提取废弃物中的山梨醇 .....	71
10. 国家能源集团研发煤化工废水处理技术 .....	72
11. 广东全力推动铅炭渣处理处置 .....	73
12. 微藻：“吃”下二氧化碳，“吐”出生物油 .....	74
13. 废弃材料制成可再生生物水泥 .....	76
14. 国际领先！这项脱硫废水零排放“黑科”通过鉴定 .....	77
15. 广州建“地下水工厂”提高水资源集约循环利用 .....	77
16. 国务院办公厅印发《新污染物治理行动方案》 .....	80
17. 汽车废塑料巧变石墨烯 .....	82

## 五、太阳能

1. 智能涂层实现“白天集热、夜间制冷” .....	83
2. 17.5%效率柔性有机太阳能电池问世 .....	85
3. 高温溶盐阀突破关键技术 .....	85
4. 中国风能太阳能资源年景公报发布 .....	87
5. 红外辐射让太阳能在黑夜发电 .....	87
6. 太阳能制氢燃料有新方法 .....	88
7. 阴阳离子共同作用，修补钙钛矿材料“漏洞” .....	89
8. 藻类系统“变身”可再生生物光伏电池 .....	90
9. 新方法重塑制备流程钙钛矿太阳能电池刷新世界纪录 .....	91
10. 可“自愈”钙钛矿太阳电池离应用有多远？ .....	94
11. 石墨烯辅助电极转印“三步走” .....	95
12. NASA 推进衍射式太阳帆项目 .....	97
13. 最高转换效率达 22.4% .....	98

## 六、地热能

1. 地热能期待热起来 .....	99
2. 雄安新区实现小区块地热采矿权向大区块整合变更 .....	100

## 七、海洋

1. 新装置“轻松”淡化海水 .....	101
2. 穿过这张膜 海水变淡水 .....	102
3. 国际能源署报告探索海洋可再生资源与近海水产养殖融合发展 .....	104
4. 含氟纳米结构可高速低耗淡化海水 .....	104
5. 新型氧化石墨烯膜为海水提铀提供新思路 .....	105

## 八、氢能

1. 重点支持油氢气一体化综合能源站建设 .....	105
2. 表面活性剂泡沫材料让储氢更高效 .....	107

3. 科学家利用甲烷高选择性制备乙烷和氢气·····	107
4. 为氢能产业扶正发展定位·····	108
5. 我科学家实现常压下二氧化碳加氢制长链烯烃·····	110
6. 我国固体氧化物电解池制氢研究取得新突破·····	110
7. 多国“试水”天然气掺氢·····	111

## 九、风能

1. 海上风电运维船升级进行时·····	113
2. 菲律宾发布海上风电路线图·····	114
3. 挪威启动海上风电大规模发展计划·····	114
4. 国内首艘“运输+施工”一体化海上风电施工船出坞·····	115
5. 我国风电行业形势分析及发展建议·····	115
6. 国内首台深远海浮式风电装备完成总装·····	118
7. 从4.2万到11000万——美国海上风电发展战略观察·····	119
8. 国家发改委规划建设4.5亿千瓦大型风电光伏基地·····	121

## 十、其他

1. 煤层气开发利用规模快速增长·····	121
2. 煤制气产业曙光乍现·····	122
3. 我国抽蓄电站关键装备实现国产化·····	124
4. 新一代煤制油技术“点燃”能源之光·····	126
5. 我国深水油气开发关键技术装备研制获重要突破·····	128

## 行业动态

1. 千吨级电容炭工业化生产线在山西清徐开工·····	129
2. 巴斯夫在广东湛江打造100%绿色电站·····	130
3. 比亚迪发布CTB电池车身一体化技术·····	130
4. 我国首个碳捕集领域国际标准正式立项·····	131
5. 中国能建西北院开发大开口槽式集热器入选国家首台(套)重大技术装备项目·····	132
6. 我国生物航煤首获全球RSB可持续认证·····	132
7. 粤两座百万千瓦级抽水蓄能电站投产·····	133
8. 首个生物天然气工业直供项目投运·····	134
9. 上海电气首台130万千瓦级核电发电机研制成功·····	135

本剪报资料仅供领导和科技(研)人员学习参考

## 一、总论

# 德国能源转型面临挑战

人民日报 2022.5.6

当前，德国正加速推进以可再生能源为主体的能源转型。德国联邦政府近期制定《可再生能源法》修正案草案，计划加快风能和太阳能等可再生能源项目的进度，决定到2030年，风电和光伏发电占发电总量的比例将达80%，原定到2040年实现100%可再生能源发电的目标则提前至2035年。

根据德国联邦统计局公布的最新数据，2021年德国能源结构中风力等可再生能源发电量占比达42.4%，煤炭、天然气等传统能源占比为57.6%。

为实现能源转型目标，德国计划扩大数十亿欧元投资，加速电力、交通、工业、建筑和农业五大行业的全面脱碳进程。德国副总理兼经济和气候保护部长罗伯特·哈贝克说，加快提高可再生能源发电产能，是德国减少对进口化石能源依赖的一大关键。德国联邦经济与气候保护部表示，将加速推动该草案在联邦议会获得通过，以使其在今年7月前正式生效。

德国加快能源转型的决心和力度空前，但仍面临多重挑战。过去20年间，德国政府通过一系列激进措施，将可再生能源占比从3%提升到40%以上。不过，可再生能源的成本高于传统化石能源，给经济带来巨大压力。

德国风电产业发展步伐放慢。在许多农村地区，当地民众经常出于保护森林和鸟类、降低噪音污染等原因，反对风能企业投资建设，加之相关政府机构冗长繁复的审批程序，陆上风电的扩张进度在过去几年明显放缓。由于高昂的投资，海上风电场进展同样缓慢。

近期，全球石油、天然气等化石能源价格大幅上涨，高度依赖能源进口的德国受到严重冲击。在能源供给持续紧缩的情况下，德国政府不得不从今年7月开始，暂时取消为扩大可再生能源而征收的税款，以缓解通胀压力，但这同时削弱了发展可再生能源的融资能力。

由于面临较大能源缺口和价格压力，德国政府还考虑延迟煤电和核电的退出时限。根据原计划，德国最后3座核电站将于今年年底关闭，并在2030年彻底告别煤电。哈贝克近日表示，可能会将德国煤电厂的使用期限推迟到2030年后，同时还考虑延长剩余核电站的使用。核电站运营方则表示，核电站正按照原定关闭进度推进，如继续运行，在安全方面需要额外采取更多措施。（李强）

## 去年全国可再生能源发电量达24853亿千瓦时

科技日报 2022.5.10

科技日报北京5月9日电（记者刘园园）5月9日，国家能源局公布《关于2021年可再生能源电力消纳责任权重完成情况的通报》（以下简称《通报》）。

《通报》显示，2021年全年，全国可再生能源发电量达24853亿千瓦时，其中水电发电

量 13401 亿千瓦时、风电发电量 6556 亿千瓦时、太阳能发电量 3259 亿千瓦时、生物质发电量 1637 亿千瓦时。

截至 2021 年 12 月底，全国可再生能源发电累计装机容量 10.6 亿千瓦，占全部电力装机的 44.8%，其中水电装机 3.91 亿千瓦、风电装机 3.28 亿千瓦、太阳能发电装机 3.06 亿千瓦、生物质发电装机 3798 万千瓦。2021 年全年，全国水电新增装机 2349 万千瓦、风电新增装机 4757 万千瓦、太阳能发电新增装机 5488 万千瓦、生物质发电新增装机 808 万千瓦。

根据《通报》，2021 年下达全国最低可再生能源电力总量消纳责任权重为 29.4%。2021 年实际完成值为 29.4%，与 2020 年同比增长 0.6 个百分点，与 2021 年下达的最低总量消纳责任权重 29.4% 持平。

此外，2021 年下达全国最低可再生能源电力非水消纳责任权重为 12.9%，2021 年实际完成值为 13.7%，与 2020 年同比增长 2.3 个百分点，超出 2021 年下达的最低非水消纳责任权重 0.8 个百分点。

## 新能源大规模并网要过系统安全关

——访国际电工委员会可再生能源接入电网技术分委会秘书、中国电力科学研究院新能源中心总工程师迟永宁

中国能源报 2022.5.16

为保障新能源大规模并网后电力系统的安全稳定运行，目前，我国正在陆续修订新能源并网的相关国家标准，也相应提出了新的技术要求。中国企业与研究机构也在积极参与国际上相关的技术研究和标准编制工作。

风光大基地的建设并网将给传统电网带来怎样的影响和挑战？

根据 6 月 1 日起实施的《电力可靠性管理办法（暂行）》，沙漠、戈壁、荒漠地区的大规模风能、太阳能等可再生能源发电企业要建立与之适应的电力可靠性管理体系，加强系统和设备的可靠性管理，防止大面积脱网，对电网稳定运行造成影响。

“早在 10 余年前，甘肃就建设了全国首个千万千瓦级风电基地，在这一过程中，针对新能源电力外送、电网稳定运行等问题的认识也在逐步提升。未来，在沙漠、戈壁地区建设的风光大基地也面临同样问题。”在国际电工委员会可再生能源接入电网技术分委会（IEC TC8/SC8A）秘书、中国电力科学研究院新能源中心总工程师迟永宁看来，高渗透率的新能源发电和远距离高压直流输电改变了电力系统的特性，在新型电力系统场景下，新能源发电与大电网之间的相互作用加强，带来一系列影响到电力系统安全稳定的新技术挑战。

“问题”集中爆发在何处？在新能源装机比重不断增长的过程中，电力系统的“可靠性”到底应该如何保障？

故障穿越能力不足、次同步振荡等问题引发运行事故

迟永宁坦言，基于电力电子技术的新能源发电设备具有“低抗扰，弱支撑”特性，“过

去几年时间，随着大规模新能源建设的推进，暴露出了非常大的系统安全稳定风险问题，包括整个系统一次调频能力不足、故障影响范围扩大等，对电网构成了很大冲击。高比例新能源发电在系统事故条件下极易引发连锁反应，进而加剧系统稳定的破坏。”

“在新能源快速发展的过程中，由于新能源场站的故障穿越能力偏低，造成大规模新能源脱网事故屡见不鲜。”迟永宁透露，仅在2011年，国家电网经营范围内就发生了超过200次风电脱网事故。

根据国家电监会通报的信息，2011年2月24日，西北电网甘肃酒泉风电基地桥西第一风电场的35千伏电缆馈线电缆头发生三相短路故障，导致598台风电机组脱网，损失出力84万千瓦。彼时，国家电监会称其为“近几年中国风力发电对电网影响最大的一起事故”。

迟永宁介绍，脱网事故背后反映出新能源发电还不具备与电网协同稳定运行的支撑能力。“缺乏低电压穿越的能力，无功控制的策略也不够完善，造成事故的影响面进一步扩大。”

同时，迟永宁强调，随着新能源高比例接入电网，由此引发的振荡问题也不容忽视。“次同步振荡带来的过电流、过电压问题，一方面会损伤风电机组或者光伏变流器，另一方面也会影响到火电机组轴系，甚至引起机组大轴的损伤。”迟永宁告诉记者，2015年7月，在新疆某地区的风电场与火电机组出现了次同步振荡，造成火电厂3台66万机组跳机。“新能源场站跟火电机组之间会产生一个大的功率振荡，在一定频率下会带来火电机组的轴系扭转振荡，造成机组轴系疲劳损伤，甚至损坏发电设备。”对此，迟永宁表示，通过新能源发电设备控制系统的改造有望实现对振荡的阻尼。目前，新疆哈密已建立了覆盖所有关键风电场、变电站的次同步振荡监测、控制系统。

#### **过电压问题频率稳定风险直接影响外送水平**

此外，针对新能源电力的大规模、远距离外送，迟永宁强调，送端交流电网过电压问题、送受端频率稳定问题等都会直接影响外送水平。“在新一轮风光大基地建设的过程中，一方面要对新能源发电本身提出相应的技术要求，另一方面在电网侧也会采取一定的技术措施去解决这些问题。”

迟永宁介绍，在电网送端，安装同步调相机，或将退役的火电厂改造为调相机电厂，都是未来可行的技术选择。“青豫直流工程中在网侧变电站和新能源场站侧都安装了一定比例的同步调相机，以提高电网强度。”在风电、光伏等新能源发电侧，打造构网型发电技术（Grid Forming），也能够帮助提升电力系统的稳定性和可靠性。“构网型发电，就是通过在变流器控制环节中模拟同步发电机的运行机制，让新能源发电机组变得像同步机一样对电网有足够的支撑能力。”迟永宁透露，这一技术已经在国内外的新能源变流器、储能系统中开展了部分研究示范，其技术应用前景被寄予厚望。

#### **完善技术标准提升系统安全性**

为保障新能源大规模并网后电力系统的安全稳定运行，迟永宁透露，目前，正在陆续修

订新能源并网的相关国家标准，也相应提出了新的技术要求。“比如在已经发布的陆上风电场接入电网技术标准 GB/T 19963.1 - 2021 中，增加了对风电场惯量响应和一次调频的要求，规定了惯量响应和一次调频的功率控制量化指标、上升时间和允许偏差等，还修改了对称故障时风电场低电压穿越的动态无功支撑能力要求，增加了不对称故障时风电场低电压穿越的动态无功支撑能力要求等。”

同时，迟永宁介绍，中国企业与研究机构也正在积极参与国际上相关的技术研究和标准编制工作。在国际电工委员会的国际标准工作中，中国电科院牵头了风电和光伏发电接入大电网的系统级问题方面的国际标准制订，“主要关注风电和光伏发电接入弱交流电网的相关问题、场站级的交互影响和协同控制问题、电压和频率的故障穿越，以及新型的电力电子、新能源参与的次超同步振荡等问题。”（姚金楠）

## 今年全球能源价格预计将上涨 50%

中国能源报 2022.5.16

**本报讯** 日前，世界银行发布最新一期《大宗商品市场展望》报告称，俄乌冲突导致的贸易和生产中断，对全球大宗商品市场造成巨大冲击，受此影响，全球能源价格持续飙升，预计一直到 2024 年底都将保持在历史高位。

报告预计，今年，全球能源价格将上涨 50%，其中，布伦特原油的平均价格将维持在 100 美元/桶，为 2013 年以来的最高水平。此外，今年欧洲天然气价格将较 2021 年上涨一倍以上，煤炭价格上涨 80%，均创历史新高。

与此同时，世界银行指出，短期内，清洁能源转型进程或将被能源价格攀升扰乱。另外，由于可再生能源生产高度依赖铝和电池级镍等金属，金属价格上涨也推高了可再生能源的生产成本。

对此，报告呼吁全球各国积极采取措施，世界银行认为，增加能效投资是目前各国应该优先开展的行动之一，包括降低建筑能耗，同时加快可再生能源的开发建设。（仲蕊）

## 追“风”逐“日”广东韶关抢抓新能源产业机遇

科技日报 2022.5.19

初夏时节，广东省韶关市乳源瑶族自治县大布镇海拔 900 米至 1200 米的山峦之上，数十台“大风车”矗立山巅，银白色的叶片随风周而复始转动，与起伏的黛色群山勾勒出别样的风光图。

韶关风光资源富集，是全国发展新能源基础条件最好的地区之一。当前，韶关正抢抓机遇，科学有序发展“风”“光”等清洁能源产业，打造以新能源为主体的新型电力系统示范区，奋力走出一条风光资源优势向经济优势转化、传统能源向清洁能源转变的高质量发展之路。



## 风光资源开发利用前景广阔

韶关属中亚热带湿润型季风气候区，一年四季均受季风影响，风能资源较为丰富，80米高处年平均风速约为5.5—6.5米/秒，其中南雄市、新丰县年平均风速约为7米/秒。

位于韶关南雄东北侧的犁牛坪风电场，这里在开发风力能源方面同样具有得天独厚的优势，2016年的6月开始安装首台风机，目前一共安装有70台。

“犁牛坪风电场是一个集新能源发电和旅游观光于一体的综合性项目，为韶关新能源产业和旅游产业注入新活力。”犁牛坪风电场副场长吴良文介绍，每年该风电场预计提供3亿千瓦时清洁能源电量，每年可节约10万吨标准燃煤能耗。

据悉，根据《广东省陆上风电发展规划（2016—2030）》，全省规划布局建设风电场址147个，总装机容量约870万千瓦，其中韶关共有40个项目列入规划，总装机容量为276.29万千瓦。目前，韶关已建设新丰金竹风电场、南雄犁牛坪风电场（一期、二期）、乳源大布风电场等9个项目，装机规模57万千瓦。

韶关市的太阳能资源富集，近30年年均总辐射达到4346兆焦/平方米，折合太阳能年发电小时数达1207小时，适宜光伏发电项目开发的空间资源较为充足。目前，全市共筛选出可用于光伏发电的地块面积共33万亩，光伏发电装机容量潜力达800万千瓦以上。

走进韶关市武江区龙归镇后坪村，漫山遍野的光伏板错落有致排布开，板上光伏发电、板下绿树成荫，一派生机盎然的景象。

截至2021年12月底，韶关市已建成各类光伏发电项目3597个（含分布式光伏），总装机容量89万千瓦。

## 在新能源产业上做加法

近日，记者在乳源瑶族自治县的三峡能源风机塔筒、光伏支架综合制造基地看到，施工人员正在平整土地。该基地占地89亩，总投资约2亿元，建成投产后可实现年产值5亿元，创造税收7000万元，提供超300个就业岗位。

近年来，韶关市不断在新能源产业上做加法，进一步优化能源结构，大力创建“以新能源为主体的新型电力系统示范区”，加速推动韶关新能源装备技术、产业链协同发展。2021年，韶关市先后引进三峡新能源集团、明阳智慧能源集团等新能源龙头企业，推动总投资600亿元的新能源产业项目落地建设。

按照“引配套、集群化、规模化”发展的总体思路，2021年，该市规划了用地面积达5000亩的碳中和装备产业园，主要引进光伏产业链、风电产业链和储能产业链等制造业。规划到2025年，碳中和装备产业园落地建设10个制造产业项目。

与此同时，该市与企业共同组建了规模达35亿元的新能源产业发展基金，产业基金目前已到位2.2亿元，正进一步撬动金融资金，基金支持的首个项目已签订落地协议。

## 建设新型电力系统

今年2月，国家发展改革委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局复函同意粤港

粤港澳大湾区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点，将于韶关高新区设立数据中心集群。

“双碳”背景下，韶关数据中心集群建设将产生巨大的绿色电力需求，到“十四五”末期，数据集群预计增加负荷 170 万千瓦、用电量 150 亿千瓦时/年，需匹配新能源绿色电力装机 170 万千瓦，为韶关加快发展光伏发电等新能源产业带来重大发展机遇。

“在双碳和东数西算背景下，韶关数据中心集群建设对更为可靠、绿色、智能的用电保障提出新需求，‘十四五’期间韶关规划新增开发风光新能源 1100 万千瓦，其中分布式光伏 800 万千瓦，风电 400 万千瓦。绿色清洁能源可满足枢纽集群用电，也就是说枢纽集群届时可用上‘全绿电。’”韶关供电局计划发展部总经理潘凯宁说。

目前，韶关市正在编制新型电力系统示范区建设方案，已建立新能源项目与配套电网同步规划、同步审批、同步建设、同步投产的协同机制，相关项目正按计划有序推进。（龙跃梅 侯海霞）

## 建千万千瓦级清洁能源基地 创国家级新型电力系统示范区

南方日报 2022.5.25

在韶关市乳源县大布镇海拔 900 米至 1200 米的群山上，一排排风力发电机迎着春风转动，在云雾中若隐若现。乳源大布风电场项目总规划装机容量 190MW，规划总投资额 17.1 亿元，分三期进行。其中，大布二期项目核准装机容量为 120MW，是目前广东省核准的最大装机容量山地风电项目。

这是韶关推动碳中和碳达峰试点示范建设的又一有力实践。要实现碳达峰碳中和目标，能源领域是“主战场”。作为广东主要的电源基地之一，韶关率先吹响能源转型号角。“立足于本土优越的太阳能和风能资源，韶关加快推进新能源产业发展及碳中和发展规划编制，绘制了项目用地矢量图，建立了拟开发建设项目台账。”韶关市发改局相关负责人介绍，光伏开发方面，经过综合分析，韶关装机容量潜力达 1936 万千瓦。风电开发方面，韶关共计规划陆上发电项目 59 个，规划装机容量 430 万千瓦，其中，有 40 个风电项目已被纳入《广东省陆上风电发展规划（2016-2030）》。

韶关市坚持“政府引导、市场运作、企业主体、合作共赢”原则，树立产业化发展思维，规模化系统化开发光伏和风电资源，探索出“清底数、强统筹、引产业、配电网、优服务”的资源价值化实现路径，形成了新能源开发利用“韶关模式”，为全省乃至全国其他同类地区提供了经验。

统筹整合全市资源的同时，韶关积极引入龙头企业和战略合作者。去年 8 月，韶关市与中国三峡新能源（集团）股份有限公司、明阳智慧能源集团股份公司正式签约，计划于“十四五”时期开发建设陆上风电装机 300 万千瓦、光伏发电装机 800 万千瓦，全力建设千万千瓦级新能源基地。统筹整县（市、区）推进屋顶分布式光伏开发建设，吸引综合实力强、信誉好的市场主体或战略投资者参与开发建设。目前，武江区、始兴县和南雄市已被国

家能源局列为整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点县。

强化电网配套，构建新型电力系统示范区。为保障新能源电力输送需求，并协同布局“东数西算”工程韶关数据中心集群绿色电力基础设施，2021年9月，韶关市与广东电网公司签订战略合作协议，广东电网公司“十四五”期间将在韶关投资不低于100亿元，新建3座500千伏变电站和配套220千伏输变电工程，建设配套储能设施和微电网，积极构建以新能源为主体的新型电力系统，并努力创建国家级新型电力系统示范区。目前，韶关市正在编制新型电力系统示范区建设方案，已建立新能源项目与配套电网同步规划、同步审批、同步建设、同步投产的协同机制，相关项目正按计划有序推进。

全产业链布局新能源产业，韶关步履铿锵。按照“引配套、集群化、规模化”发展的总体思路，韶关规划了用地面积达5000亩的碳中和装备产业园，主要引进光伏产业链、风电产业链和储能产业链等制造业。规划到2025年，碳中和装备产业园落地建设10个制造产业项目，目前已有4个项目落地，总投资13亿元，包括明阳异质结光伏组件厂、明阳风机总装厂、三峡光伏支架厂、三峡塔筒厂。同时，与三峡、明阳等企业共同成立了规模达35亿元的新能源产业发展基金。

## 内蒙古发展新能源全产业链

### 规划2030年发电量占比过半

经济日报 2022.5.29

本报呼和浩特5月28日讯（记者余健）近年来，内蒙古自治区坚持一体推进新能源发电项目建设和装备制造业发展，统一规划布局新能源装备制造基地。截至目前，已形成较为完备的风电装备制造产业链，初步形成光伏产业链。

走进内蒙古鄂尔多斯市伊金霍洛旗蒙苏经济开发区的美锦国鸿氢能科技产业园生产车间，氢燃料电池电堆自动化流水线正高效运转。鄂尔多斯国鸿氢能科技公司副总经理朱冬梅介绍，该产业园项目投资220亿元，重点建设绿色能源电解水制氢、氢燃料电池电堆、油氢气电综合能源站等十大核心项目。

在巴彦淖尔市乌拉特中旗，中船新能源内蒙古乌拉特中旗导热油槽式100兆瓦/1000兆瓦时光热发电示范项目自去年投运以来，已实现连续稳定、高负荷运行。“光热电站自带的热储能具有容量大、安全性高、成本低等特点，可为内蒙古培育新能源绿色环保新业态、建立比例合理的可再生能源结构提供助力。”该公司党支部副书记李涛告诉记者。

在包头市石拐区，明阳北方智能制造产业园项目建设已全面进入施工阶段。2021年11月，明阳新能源投资控股集团与石拐区人民政府签订了5兆瓦到10兆瓦超大型陆上风电整机及关键部件智能制造产业园项目投资合作协议，标志着明阳北方智能制造产业园项目正式落户石拐区。明阳北方智慧能源（内蒙古）有限公司厂建及生产筹备主任韩纪飞介绍，该项目总体规划面积2100亩，总投资超200亿元，公司将充分依托包头市现有的优质资源禀

赋和深厚的工业基础，打造新能源装备制造产业集群。

位于呼和浩特市赛罕区的内蒙古中环产业园已初结硕果，具备了年产 1100 吨半导体单晶晶体、85 吉瓦光伏单晶晶体、25 吉瓦光伏单晶晶片的能力，2021 年实现产值 373 亿元，提供就业岗位超万个。天津中环半导体股份有限公司晶体 BU 生产总监梁山说，公司计划“十四五”时期在呼和浩特市建设高纯多晶硅项目、半导体单晶硅材料及器件项目、半导体精细化工项目等，在原有产业园基础上打造产业城。

下一步，内蒙古将坚持生态优先、多元消纳、统筹协调以及全产业链发展等基本思路，大力推进新能源大规模高比例开发利用。计划“十四五”期间，新增新能源规模达到 9000 万千瓦以上，年均新增 2000 万千瓦以上；到 2030 年新能源装机规模超过 2 亿千瓦，比重超过 70%，发电量占比超过 50%。

## 推动可再生能源高质量跃升发展

——访国家能源局新能源和可再生能源司司长李创军

中国电力报 2022.5.18

### 观点提要

●2022 年，将从大力推进可再生能源基地化开发、持续推进分布式新能源发展、积极稳妥发展水电、有序推进生物质能开发利用四方面，加快实施可再生能源替代行动。

●建设以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地，是习近平总书记亲自部署的一件大事，是着力筑牢国家能源安全屏障、推进能源绿色低碳转型的重要举措。

●“十四五”期间，将启动“千乡万村驭风行动”“千家万户沐光行动”，持续加强农村电网建设，加快构建以可再生能源为基础的乡村清洁能源利用体系，助力乡村振兴。

2021 年我国可再生能源发展取得诸多里程碑式的新成绩、新突破，我国可再生能源发电装机突破 10 亿千瓦，风电、光伏发电装机均突破 3 亿千瓦，海上风电装机超过英国跃居世界第一。新能源年发电量首次突破 1 万亿千瓦时，可再生能源发展实现了“十四五”良好开局。

“十四五”期间，为推进可再生能源高质量跃升发展，国家能源局接下来将开展哪些重点工作？在加快实施可再生能源替代行动方面将有哪些思路举措？近日，中能传媒记者独家专访了国家能源局新能源和可再生能源司司长李创军。

**中国电力报：**“双碳”目标下，我国可再生能源发展实现提速。在加快实施可再生能源替代行动方面，国家能源局有哪些部署和要求？

**李创军：**碳达峰碳中和是党中央作出的重大战略决策，事关中华民族永续发展和构建人类命运共同体。2022 年，国家能源局将落实中央关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见，聚焦 2025 年非化石能源消费比重达到 20% 的目标，加快实施可再生能源替代行动，推动可再生能源加快步入高质量跃升发展新阶段。

一是大力推进可再生能源基地化开发。在风能和太阳能资源禀赋较好、建设条件优越的地区，积极推进风电和光伏发电集中式开发，加快推进以沙漠戈壁荒漠地区为重点的大型风电光伏基地项目建设。在稳妥组织实施第一批项目基础上，认真做好第二批项目的组织工作。同时，积极推动“三北”其他地区风电光伏基地化开发、西南地区水风光一体化基地开发和海上风电集群化开发。

二是持续推进分布式新能源发展。积极推进新能源就地就近开发利用，加快负荷中心及周边地区分散式风电和分布式光伏建设，推动可再生能源发展与生态文明建设、新型城镇化、新基建、新技术等深度融合，不断拓展可再生能源发展新领域、新场景。推动实施“千乡万村驭风行动”和“千家万户沐光行动”，有序推进整县屋顶分布式光伏开发试点工作，进一步加强信息监测和披露，形成良好的上下联动机制。

三是积极稳妥发展水电。坚持生态优先、统筹考虑，积极推进大型水电工程建设。推动雅鲁藏布江下游水电规划审查审批，积极跟踪白鹤滩、两河口水电站全部机组投产；推进旭龙水电站核准。完善抽水蓄能中长期规划站点储备和管理，积极推动抽水蓄能电站建设，组织各省制定本地区抽水蓄能实施方案和“十四五”项目核准工作计划。

四是有序推进生物质能开发利用。重点开展生物质发电市场化，以及生物质能清洁供暖等示范。稳步推进生物质能多元化开发，因地制宜发展生物质能清洁供暖及生物天然气，助力北方地区清洁取暖，推动生物质能多元化开发利用。

**中国电力报：**为充分发挥大型风电光伏基地的“集团军”和“主力军”作用，新能源司主要做了哪些工作？2022年将如何推进？

**李创军：**我国沙漠戈壁荒漠地区风能太阳能资源富集，技术可开发比重占全国的60%以上，在沙漠戈壁荒漠地区建设大型风电光伏基地，可以充分发挥这些地区风能太阳能资源富集、建设条件好的优势，是着力筑牢国家能源安全屏障、推进能源绿色低碳转型的重要举措。习近平总书记高度重视可再生能源发展，亲自部署以沙漠戈壁荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划建设工作。

按照党中央、国务院决策部署，我局积极推进第一批以沙漠戈壁荒漠为主的大型风电光伏基地的组织实施，对基地项目实施按月调度，及时掌握并协调解决基地项目建设过程中的重大问题，督促地方能源主管部门严格按照要求完成基地项目建设，引导土地、环保、消纳、金融等政策支持，为大型风电光伏基地建设开好局、起好步奠定了良好的基础。到2022年一季度，第一批约1亿千瓦的大型风电光伏基地项目已开工约8400万千瓦。

下一步，我们将坚持清洁能源开发与生态环境治理相结合，坚持规模化、集约化开发，加大力度规划建设以大型风光电基地为基础、以其周边清洁高效先进节能的煤电为支撑、以稳定安全可靠的特高压输变电线路为载体的新能源供给消纳体系，为保障电力供应、建设新型电力系统、实现碳达峰碳中和目标提供有力支撑。一是以库布齐、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林沙漠为重点，以其他沙漠和戈壁地区为补充，综合考虑采煤沉陷区，加快推动总规模

约 4.5 亿千瓦的大型风电光伏基地规划布局方案落地实施。二是结合以沙漠戈壁荒漠为重点的大型风电光伏基地整体布局，按照“应开尽开，能开尽开”的原则，认真做好第二批大型风电光伏基地项目的组织实施工作。三是全面启动“十四五”可再生能源发展规划中的可再生能源基地建设，着力推动新疆、黄河上游、河西走廊、黄河几字弯、冀北、松辽、黄河下游等七大陆上新能源基地建设，组织相关省（区）编制基地规划方案，进一步优化项目布局和建设时序；推进川滇黔桂、藏东南两大水风光综合基地开发建设，研究编制水风光一体化基地规划；推动东部沿海地区海上风电近海规模化开发和深远海示范化开发，重点建设山东半岛、长三角、闽南、粤东、北部湾五大海上风电基地集群。

**中国电力报：**“十三五”期间，可再生能源在惠民利民、助力脱贫攻坚方面发挥了巨大作用。请问“十四五”期间新能源司如何推进农村地区能源绿色低碳转型工作？

**李创军：**农村能源是乡村振兴的重要载体。农村地区能源绿色低碳转型，对于保障农业生产和农民生活用能需求、巩固拓展脱贫攻坚成果、促进乡村振兴和农业农村现代化具有十分重要的现实意义。

首先，农村可再生能源在脱贫攻坚中发挥了重要作用。自 2014 年以来，我局会同国务院原扶贫办大力实施光伏扶贫，累计建成光伏扶贫电站 2636 万千瓦，每年可产生发电收益约 180 亿元，惠及 415 万贫困户，成为农村地区搬不走的“绿色银行”“阳光银行”，被评为国家“精准扶贫十大工程”之一，为决战决胜脱贫攻坚作出了积极贡献。

其次，农村可再生能源正在成为乡村振兴的重要载体。以风能、太阳能、生物质能等为代表的农村可再生能源，不仅能够保障农村地区清洁能源供应、促进绿色发展、改善生产生活条件，助力生态宜居美丽乡村建设，也正在成为壮大村集体经济、拓宽农民增收渠道、建设生态宜居美丽乡村、助力乡村振兴的有效途径。以户用光伏为例，我局定点帮扶的通渭县孟河村全村共建成户用分布式光伏 102 户、总装机 1219 千瓦，项目年发电量 170 万千瓦时，相当于目前孟河村年用电量的 3~4 倍，每年不仅能够满足全村用能需求，还可为孟河村集体和村民增加收入 12 万元。以风电为例，在中东南部地区按每个村安装 2~3 台 3 兆瓦风机，以村集体土地作价入股等方式，每年可为村集体增收约 30 万元。此外，通过因地制宜推动生物质能开发利用，能够有效处理农作物秸秆、林业剩余物、畜禽粪污等有机废物，显著改善农村人居环境。

最后，在乡村振兴中全力推动农村可再生能源发展。“十四五”时期，我们将锚定碳达峰、碳中和目标，大力推动农村可再生能源发展。一是重点利用院落空地、田间地头等地推进风电、光伏分布式发展，实施“千乡万村驭风行动”“千家万户沐光行动”；二是因地制宜推动地热能、生物质能、太阳能供暖，助力北方地区清洁取暖；三是持续加强农村电网建设，提高农村地区供电保障水平，筑牢乡村振兴电气化基础，发挥好农村电网的能源枢纽平台作用。多措并举，加大农村清洁能源建设力度，加快推动农村能源绿色低碳转型，更好惠及农业农村农民，助力推进乡村振兴实现农业农村现代化。（邱燕超）

## 国办转发国家发展改革委国家能源局《实施方案》

# 促进新时代新能源高质量发展

人民日报 2022.5.31

新华社北京5月30日电 近日，国务院办公厅转发国家发展改革委、国家能源局《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》（以下简称《实施方案》），旨在锚定到2030年我国风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上的目标，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系。

《实施方案》指出，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，成本快速下降，已基本进入平价无补贴发展的新阶段。同时，新能源开发利用仍存在电力系统对大规模高比例新能源接网和消纳的适应性不足、土地资源约束明显等制约因素。《实施方案》要求，必须坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，完整、准确、全面贯彻新发展理念，统筹发展和安全，坚持先立后破、通盘谋划，更好发挥新能源在能源保供增供方面的作用，助力扎实做好碳达峰、碳中和工作。

《实施方案》提出了7方面21项具体政策举措。一是创新新能源开发利用模式，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设，促进新能源开发利用与乡村振兴融合发展，推动新能源在工业和建筑领域应用，引导全社会消费新能源等绿色电力。二是加快构建适应新能源占比逐渐提高的新型电力系统，全面提升电力系统调节能力和灵活性，着力提高配电网接纳分布式新能源的能力，稳妥推进新能源参与电力市场交易，完善可再生能源电力消纳责任权重制度。三是深化新能源领域“放管服”改革，持续提高项目审批效率，优化新能源项目接网流程，健全新能源相关公共服务体系。四是支持引导新能源产业健康有序发展，推进科技创新与产业升级，保障产业链供应链安全，提高新能源产业国际化水平。五是保障新能源发展合理空间需求，完善新能源项目用地管制规则，提高国土空间资源利用效率。六是充分发挥新能源的生态环境保护效益，科学评价新能源项目生态环境影响和效益，支持在石漠化、荒漠化土地以及采煤沉陷区等矿区开展具有生态环境保护和修复效益的新能源项目，促进农村清洁取暖、农业清洁生产，助力农村人居环境整治提升。七是完善支持新能源发展的财政金融政策，优化财政资金使用，完善金融相关支持措施，丰富绿色金融产品服务。

## 多地力推微电网建设

中国能源报 2022.5.23

本报讯（记者张金梦）报道：当前，微电网建设步伐正不断加快，中央与各地相关支持政策与落地项目不断增多。就在近日，国家发改委、商务部发布《鼓励外商投资产业目

录（2022年版）（征求意见稿）》，“清洁能源微电网建设、经营”被纳入其中。

微电网凭借其分布式电源灵活高效的集成能力，已成为不少地方建设新型电力系统的重要方向。

记者了解到，微电网是指由分布式电源、储能装置等组成的小型发电系统，其可以实现多样化分布式电源的高效并网，减少分布式电源接入对大电网产生的不利影响。

“海量分布式能源的大规模应用与接入，给传统电网规划、运行、维护等带来较大冲击的同时，也为微电网发展提供了重要机遇。微电网可将分布式能源及储能等设备连接形成微型完整电力系统，或离网运行，或与市政电网并网运行，实现不同种类能源的优势互补、就近消纳，缓解电力系统调峰压力。”中国科学院电工研究所副研究员孙玉树说。

作为当前发挥分布式发电供电系统效能的最有效方式，微电网优势逐渐显现，各地相关鼓励政策不断加码。

今年5月，重庆市经济和信息化委员会在《以实现碳达峰碳中和目标引领深入推进制造业高质量绿色发展行动计划（2022-2025年）（征求意见稿）》中明确了以消纳可再生能源为主的增量配电网、微电网和分布式电源的市场主体地位；4月，广西壮族自治区大数据发展局发文，提出打造中国—东盟智慧用能、微电网、虚拟电网等能源基础设施智慧化合作样板；同期，福建省人民政府印发《福建省“十四五”生态省建设专项规划》，提出稳步推进智慧能源应用，支持鼓励建设微电网等项目。

在政策鼓励与市场需求积极推动下，近年来，各地微电网建设项目相继落地，示范项目不断增多。

就在今年4月，位于浙江象山韭山列岛的“零碳智慧”微电网项目正式竣工投运。据项目相关负责人介绍，此次投运的“零碳”微电网系统由独立运行的小型光伏发电、逆变器以及储能设备构成，可离网独自运行，在没有光照的极端环境中，可供岛上各类电气设备正常运转7天，实现“零碳”供能。

福建省自去年5月投运该省首个海上渔排风光储微电网示范项目后，又于今年4月启动了“10千伏白莲线—坵坑线柔直互联微电网”项目。目前该项目已完成24小时试运行，正式投入运行。

此外，北京、合肥、嘉兴、苏州等地微电网建设工作也在积极推进中。

采访中记者了解到，虽然近年来各地微电网发展渐入佳境，但囿于微电网供电存在波动性，且先期投资大，目前尚无法借助自身功率可调、负荷可中断等灵活技术优势，在市场获得更多经济效益，导致微电网投资积极性不高，项目落地仍存瓶颈。

“微电网要规模推广仍需进一步挖掘商业潜力，突破微电网收益模式单一和电价机制不完善两大瓶颈。”华北电力大学电气与电子工程学院副教授郑华强调。

郑华进一步建议从提高微网内综合能源服务能力和强化灵活性交易两方面入手，“首先微电网应更好发挥综合能源提供商或服务商的作用，为用户提供更多节能低碳改造、效能提



高、电价代理等综合能源服务；其次应鼓励微电网作为购售电和碳交易主体，积极参与电力辅助服务市场，在用电高峰时段按市场需求将多余电量作为调峰电量出售，获得售电收益的同时，还可以得到调峰补偿。”

## 农村用能体系要变绿更要可持续

中国能源报 2022.5.23

### 核心阅读

以清洁取暖改造为代表，当前农村生活用能不断迈向清洁化，农村能源转型效果有目共睹。但持续改善农村居住环境、系统解决农村清洁供暖问题仍旧任重道远，散煤治理和屋顶光伏都备受关注。

2021年-2022年采暖季，京津冀及周边、汾渭平原等重点地区，原计划完成散煤替代348万户，实际超额完成，达到约420万户。在北方地区15个省份中，清洁取暖率超过70%、80%比例的分别有8个和6个——清华大学建筑节能研究中心和能源基金会近日发布的《中国农村散煤治理综合报告（2022）》（下称《报告》），以直观的数字说明了农村生活用能不断迈向清洁化的现状。

《报告》显示，散煤替代将带来健康、环境、气候等多方面改善。尤其在节能降碳方面，若持续治理，每年可有效减少约10亿吨二氧化碳、300万吨二氧化硫、90万吨氮氧化物排放，让北方地区细颗粒物平均浓度降低10微克/立方米。

“烟熏火燎”的日子少了，农村能源转型效果有目共睹，接下来的重点任务是让绿色低碳能源惠及更多乡村。

### 治理有了更高目标屋顶光伏可作为主力军

系统推进农村能源转型已是共识。那么，“绿化”靠什么？《报告》算了一笔账：我国农村地区屋顶总面积约为270亿平方米，考虑可利用率后约有131亿平方米可用于安装光伏板，每年发电约2.96万亿千瓦时，大约折合8.9亿吨标准煤。农作物年产约6.74亿吨秸秆和1.1亿吨农业废物，加之林业废弃物等其他生物质资源，共约折合9.28亿吨标准煤。巨大的可再生能源开发潜力，使农村消除散煤、减污降碳成为可能。

以一户北方典型农村院落为例，江亿表示，居住、粮棚、库房等房屋面积有300多平方米，只要把朝南的平顶装上光伏发电设备，就能产生约28.3千瓦时电量。“一户至少能装20千瓦光伏，多的能到40千瓦，把农村各种建筑物屋顶面积加起来，年发电能力接近3万亿千瓦时。目前，我国农村总用电量不到3500亿千瓦时，加上农业生产也就5000亿千瓦时。好好利用农村屋顶，不仅可以替代燃油、燃煤、燃气，还能在村民充分用电的基础上有结余。”

路子找到了，还得有人做。“实际从2015年起，我们就在耕耘农村市场。比如在山东，我们和150多家合作伙伴，累计安装分布式光伏规模超过200万千瓦，为13万户农村家庭

带来清洁电力。”隆基绿能分布式业务中国区总裁牛燕燕告诉记者，以电代煤为例，如果只是从用户侧实施清洁取暖改造，无论用何种采暖设备，用户还是从大电网取电，用能不一定清洁低碳，而且可能带来成本升高的新问题。“广大农村屋顶面积、空余土地资源可观，用以发展分布式光伏，可直接解决供给问题，盈余电量还能给用户带来收入。大伙心理轻松了，更愿意用光伏发电了，形成了正向循环。”

### 效果可持续性是更大考验

“实践证明，散煤治理是改善农村人居环境的一个重要举措。根据《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，‘十四五’期间，重点区域的平原地区散煤要基本清零。”生态环境部大气环境管理司固定源处王凤处长表示，“治理已经有了更高目标”。

但这并不容易。王凤坦言，农村散煤使用量大面广、使用不清，目前虽已取得进展，但治理依然任重道远。前期工作主要针对民用取暖散煤，在蔬菜大棚种植、粮食烘干、畜禽养殖等领域，同样存在大量散煤，距离清零任务还有不小的距离。

“农村工业、农业使用的散煤量并不比生活用煤少，更需要系统治理。”中国能源研究会常务副理事长周大地进一步称，散煤替代的初衷是为了改善大气环境，但现在不应再从单一的环境治理角度出发，而要放到整个农村用能体系当中，结合转型需求综合施策。“这不仅是采暖季应急性解决的问题，而是一项长期工作，要从农村能源体系建设出发，形成系统性解决方案。”

在中国工程院院士江亿看来，光抓生活用散煤还不够。“我们的农业机械化推广挺好，但这些农机基本是靠柴油驱动，每年消耗量约占到我国柴油使用总量的15%，其高速发展使得能耗损失严重。灌溉、农产品加工等其他环节，尽管走向电气化了，当前仍有一部分使用柴油机作动力。再加上大量秸秆还田、堆肥，带来甲烷等非二氧化碳温室气体排放，大气污染、固废污染、健康影响及碳排放，成为农村用能体系急需解决的四大问题。”

记者了解到，让“绿化”效果可持续是更严峻的考验。“当前农村市场鱼龙混杂，如何避免低价竞争、劣币驱逐良币？各类商业模式涌现，怎么保证老百姓真正受益？”牛燕燕举例，光伏发电时间越久、用户收益越大，组件可使用25年-30年，逆变器、电缆等配件通常5年-10年需要更换。过了质保期，由谁出钱是问题。

“再如，有些设备运营短短几年，发电量便衰减，对用户信心打击很大。乡村多是熟人社会，口口相传就成了‘光伏发电不行’。安装仅是第一步，更关键的是持续发挥能源绿色转型的效益。”牛燕燕补充道。

除了质量，经济性也要可持续。有投资机构人士向记者直言，所在机构曾大力支持了户用光伏、生物质沼气化利用等项目，但从市场化角度来看，效果差强人意。“农村能源体系建设对资金有着特殊要求。改造产生的费用加在谁身上？改变原有生活方式，带来的增量成本由谁承担？近年常常鼓励社会资本参与，我们自身需加强项目的甄别、管理能力，同时也要看到真正可持续运转的商业模式，充分调动金融机构的社会责任感。”

以散煤替代为代表，由政策驱动转向市场驱动、想法设法让用户能够承受，一直是各方争论的核心。“除了在供能端探索有效模式，用能侧也不可忽视。比如盖房子，农民自建房更多追求面积、高度，注重气派、漂亮，几乎没人考虑到用能问题。我们调研时经常看到，房屋建得很高，内外墙却没有加保温层，到了冬天用能多，费用自然高。”周大地表示，树立节能减排意识是落实农村能源转型过程的重要前提，但目前仍缺乏引导。（朱妍）

## 推动新能源实现高质量发展

人民日报 2022.5.31

### 核心阅读

《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》旨在锚定到2030年我国风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上的目标，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系。《实施方案》从创新新能源开发利用模式等7方面提出21项具体政策举措，提出切实可行和具备操作性的政策措施，为新能源又好又快发展保驾护航。

近日，国务院办公厅转发国家发展改革委、国家能源局《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》（以下简称《实施方案》），旨在锚定到2030年我国风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上的目标，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系。

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，成本快速下降，已基本进入平价无补贴发展的新阶段。国家能源局新能源和可再生能源司有关负责人介绍，截至今年4月底，新能源发电装机规模约7亿千瓦，占全国发电总装机的29%。陆上风电、光伏发电成本快速下降，截至2021年底，二者平均度电成本较2012年分别下降48%和70%。但是，新能源开发利用仍存在电力系统对大规模高比例新能源接网和消纳的适应性不足、土地资源约束明显等制约因素。

《实施方案》从创新新能源开发利用模式、加快构建适应新能源占比逐渐提高的新型电力系统、深化新能源领域“放管服”改革、支持引导新能源产业健康有序发展、保障新能源发展合理空间需求、充分发挥新能源的生态环境保护效益、完善支持新能源发展的财政金融政策等7方面提出21项具体政策举措。

创新新能源开发利用模式方面，《实施方案》提出，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设，按照推动煤炭和新能源优化组合的要求，鼓励煤电企业与新能源企业开展实质性联营；促进新能源开发利用与乡村振兴融合发展；推动新能源在工业和建筑领域应用，到2025年公共机构新建建筑屋顶光伏覆盖率力争达到50%；引导全社会消费新能源等绿色电力。

“我国沙漠戈壁荒漠地区风能太阳能资源富集，技术可开发比重占全国的60%以上。在这些地区建设大型风电光伏基地，是着力筑牢国家能源安全屏障、推进能源绿色低碳转型的重要举措。”国家能源局新能源和可再生能源司有关负责人介绍。农村可再生能源也正成为

乡村振兴的重要载体，以风电为例，在中东南部地区按每个村安装 2 至 3 台 3 兆瓦风机，以村集体土地作价入股等方式，每年可为村集体增收约 30 万元。

该负责人说，《实施方案》的一大特点是坚持问题导向，围绕新能源发展的难点、堵点问题，提出切实可行和具备操作性的政策措施，为新能源又好又快发展保驾护航。

例如，与传统能源相比，新能源能量密度较低，占地面积大。随着新能源规模快速扩大，土地资源已经成为影响新能源发展的重要因素。《实施方案》进一步强化新能源发展用地用海保障，通过明确用地管理政策、规范税费征收、提高空间资源利用率、推广生态修复类新能源项目等措施，推动解决制约新能源行业发展的用地困境。针对提高电力系统对新能源接网消纳的适应性问题，《实施方案》则提出全面提升电力系统调节能力和灵活性、着力提高配电网接纳分布式新能源的能力、稳妥推进新能源参与电力市场交易等举措。

支持新能源发展，还需要进一步发挥财政、金融政策的作用。《实施方案》提出，优化财政资金使用，研究将新能源领域符合条件的公益性建设项目纳入地方政府债券支持范围；完善金融相关支持措施等。

“下一步，我们还将会同有关部门制定《实施方案》的任务分工方案，进一步细化各项政策措施，并指导各地和有关方面认真贯彻落实，确保《实施方案》落地见效，推进新能源与传统能源优化组合、协同发展，在确保能源安全供应的前提下，持续推动新能源实现高质量发展，推动我国从能源大国向能源强国不断迈进。”国家能源局新能源和可再生能源司有关负责人说。（丁怡婷）

## 华北 5 省市“十四五”能源发展重点来啦

中国电力报发电周刊 2022.5.30

近期，“十四五”能源发展规划地方版陆续出炉，本期本报梳理华北地区五省市的“十四五”能源发展重点方向和重点项目，以飨读者。

### 北京

- 全市基本实现无煤化，能源消费总量进入达峰平台期
- 加快热电联产调峰热源项目建设
- 推进燃气电厂、锅炉房和数据中心等余热回收利用
- 可再生能源消费比重力争提高 4 个百分点，达 14.4% 以上

### 天津

- 力争到 2025 年，电能占终端用能比重达 38%
- 煤电装机容量控制在 1250 万千瓦以内，清洁能源装机超过 1300 万千瓦
- 煤电机组单位供电煤耗力争降至 292 克标准煤/千瓦时
- 推动滨海新区“盐光互补”等百万千瓦级基地建设

### 河北

- 风电、光伏发电装机容量分别达到 4300 万千瓦、5400 万千瓦
- 推进张家口市可再生能源示范区建设
- 重点建设张承百万千瓦风电基地和张家口、承德、唐山、沧州、沿太行山区光伏发电

#### 应用基础

##### 内蒙古

- 按照“应改尽改”原则，积极推进燃煤机组灵活性改造
- 力争完成燃煤电厂节能改造 2000 万千瓦、淘汰落后机组 95 万千瓦左右
- 加快推进蒙能金山热电厂、京能集宁二期热电联产等自用煤电项目建设
- 重点建设风能、光伏、氢能、储能等产业集群及黄河几字湾大型风电基地等

##### 山西

- 探索大容量、高参数先进煤电项目与风电、光伏、储能项目一体化布局
- 利用采煤沉陷区、盐碱地、荒山荒坡等资源开展集中式光伏项目
- 推动储能可在再生能源消纳、分布式发电、能源互联网等领域示范应用
- 有序布局制、储、加、运、输、用氢全产业链发展
- 开展风光火储输一体化项目示范

## 二、热能、储能、动力工程

### 储能产业实现超预期增长

中国能源报 2022.5.2

#### 核心阅读

《储能产业研究白皮书 2022》指出，储能作为能源革命核心技术和战略必争高地，有望形成一个技术含量高、增长潜力大的全新产业，成为新的经济增长点。保守预计，2026 年新型储能累计规模将达到 48.5 吉瓦，2022 年—2026 年复合年均增长率为 53.3%，市场将呈现稳步、快速增长的趋势。

“去年，国家及地方政府密集出台了 300 多项与储能相关的政策，产业链投资计划超过 1.2 万亿元，新兴储能企业在融资和技术上也实现较大突破。”在 4 月 26 日举行的 2022 全球储能行业发展回顾与展望研讨会上，中国能源研究会秘书长孙正运指出，2021 年我国储能产业实现了跨越式发展。

作为构建新型电力系统，推动能源绿色低碳转型的重要装备基础和关键支撑技术，储能行业在快速发展的当下还面临哪些问题？未来走向又将如何？

#### 发展速度远超预期

2021 年，储能行业发展速度有多快？有一组数据可以直观展现。

中关村储能产业技术联盟统计数据显示，2021 年，我国新增投运电力储能项目装机规模首次突破 10 吉瓦大关，达到 10.5 吉瓦，其中，抽水蓄能新增规模 8 吉瓦，同比增长

437%；新型储能新增规模首次突破2吉瓦，达到2.4吉瓦，同比增长54%。

会议发布的《储能产业研究白皮书2022》指出，国家层面明确2030年30吉瓦的储能装机目标，14个省相继发布了储能规划，20多个省明确了新能源配置储能的要求。新增百兆瓦级项目（含规划、在建、投运）的数量再次刷新历年纪录，达到78个。技术应用上，除了锂电池，压缩空气、液流电池、飞轮储能等技术也成为国内新型储能装机的重要力量，特别是压缩空气，首次实现了全国乃至全球百兆瓦级规模项目的并网运行。

“储能发展超出业内预期。一系列利好政策颁布，技术不断突破，项目装机规模大幅增加。”中关村储能产业技术联盟理事长陈海生表示，我国储能产业实现了从商业化初期到规模化发展的转变。

从总量来看，我国已投运电力储能项目累计装机规模46.1吉瓦，占全球市场总规模的22%，同比增长30%。其中，抽水蓄能累计装机规模最大，为39.8吉瓦，同比增长25%，所占比重与去年同期相比再次下降，降幅为3个百分点；市场增量主要来自新型储能，累计装机规模达到5729.7兆瓦，同比增长75%。

### 行业发展仍面临挑战

值得注意的是，在储能产业蓬勃发展的同时，仍面临较大挑战。“从已建项目来看，多数项目尚未形成稳定合理的价格机制，调峰、调频以及容量补偿的市场机制细则仍是空白。有些企业‘跑马圈地’，有些项目透支未来，强制配储项目闲置的现象普遍存在。”陈海生谈到新型储能时表示，继去年北京“4·16”大红门储能电站起火爆炸事故后，全球又陆续发生了10多起重大安全事故。时至今日，行业尚未能形成统一的安全标准和公认的解决方案。

国家能源局能源节约和科技装备司副司长刘亚芳表示，作为新技术、新业态，新型储能技术路线多样、应用场景丰富，遍布电力系统各个环节，产业规模化发展的相关标准和生产规程还有待进一步健全和修订。

经济性是行业规模化发展前提。“新型储能成本疏导机制涉及面广，实施难度较大。”刘亚芳坦言，新型储能规划布局与调度运行不协调，总体利用率较低。各单位要将规划设计与建设运行有机统一，把推动新型储能发挥其价值摆在首要位置，为各种创新技术、研发应用开拓更广大空间。

在清华大学电机系副教授钟海旺看来，目前，储能参与电力辅助服务的种类较为单一，“有些储能电站只参与调频，有些电站只参与调峰。但实际上，储能在不同时间段可以提供不同的辅助服务，通过‘分时复用’的商业模式，提升储能电站的收益。”

### 新的经济增长点

发展储能已成行业共识。国家电网副总工程师冯凯坦言，若没有储能等可调节资源的支撑，电网系统调节能力存在较大缺额，不足以支撑高比例新能源高效利用和高占比变量替代，“按新能源利用率95%测算，在不考虑新增煤电灵活性改造、新型储能以及需求侧响应资源的

情况下，2025 年公司经营区的调峰缺口约 0.8 亿千瓦，2030 年调峰缺口约 1.6 亿千瓦。”

《储能产业研究白皮书 2022》指出，储能作为能源革命核心技术和战略必争高地，有望形成一个技术含量高、增长潜力大的全新产业，成为新的经济增长点。保守预计，2026 年新型储能累计规模将达到 48.5 吉瓦，2022 年—2026 年复合年均增长率为 53.3%，市场将呈现稳步、快速增长的趋势；在理想场景下，储能供应链配套、商业模式日臻成熟，预计 2026 年新型储能累计规模将达到 79.5 吉瓦，2022 年—2026 年复合年均增长率为 69.2%。

中科院物理研究所研究员李泓进一步表示，“十四五”时期电化学储能发展有具体目标，与“十三五”时期相比，度电成本预计由 0.4 元—0.6 元降低到 0.2 元以下；服役寿命由 8 年—10 年，提升至 20 年。“储能电站有智能控制、智能监测检测和智能感知，在突发系统事故时，不存在起火爆炸问题。”

行业发展，少不了榜样的力量。会议还发布了“2021 年度中国储能企业排行榜”，宁德时代获得储能技术提供商、储能电站出货量双料冠军；上能电气储能变流器装机规模排名第一。（卢奇秀 张金梦）

## 非金属离子储能系统新策略

中国科学报 2022.5.5

武汉理工大学陈文团队研究开发出了有机铵离子电池：非金属离子储能系统的一种新策略。相关研究成果近日发表于《德国应用化学》。

非金属铵（ $\text{NH}_4^+$ ）离子电池具有低摩尔质量、可持续性、无毒性和无枝晶等优点，是大型储能系统的理想选择。

该研究中，研究人员首次介绍了新型有机铵离子电池（OAIBs）。值得注意的是，作为阴极的锰基普鲁士白类似物（称为 MnHCF）的可逆容量为 104 mAh/g，在 100 次循环中保留率为 98%。研究人员进一步证明了  $\text{NH}_4^+$  离子全电池的电化学性能，其可逆容量为 45 mAh/g，电化学窗口较宽。结合 X 射线光电子能谱（XPS）、X 射线衍射（XRD）和电化学性质，揭示了 MnHCF 在非水电解液中的  $\text{NH}_4^+$  储存机理。

该工作验证了在有机储能系统中使用  $\text{NH}_4^+$  离子作为电荷载体的可行性，并为设计具有宽电化学窗口和高能量密度的有机非金属离子电池提供了新的见解。

## “纳米王子”出手 乙二醇生产更绿色

科技日报 2022.5.11

科技日报讯（记者符晓波 通讯员欧阳桂莲）以 C60 为代表的富勒烯被誉为“纳米王子”，在绿色能源、生物医药、催化剂等领域发挥着重要作用，例如在化妆品制备中可作为抗氧化因子，在太阳能电池中也是关键材料。近日，C60 可作为合成气制备乙二醇的“电子缓冲剂”功能被我科学家揭晓，《科学》杂志刊登了厦门大学谢素原院士、袁友珠教授团队

的这一研究成果。这项研究首次将 C60 作为电子缓冲剂改性铜基催化剂，打通了从合成气制备乙二醇的常压加氢催化技术难关，完成了在近常压和低于 200℃ 的条件下草酸二甲酯加氢制备乙二醇的规模化试验。

据悉，将富勒烯作为电子缓冲剂与过渡金属催化剂结合，尚属首次。“该技术核心在于将 C60 与铜催化剂结合，实现了草酸二甲酯加氢制乙二醇从高压到常压的颠覆性催化性能提升，给碳团簇催化注入了新的生机。”谢素原介绍。

乙二醇是一种重要的化工原料，与对二甲苯衍生的对苯二甲酸聚合可生产出日常生活中广泛应用的聚酯纤维（涤纶）和塑料，其还可以用于汽车防冻液和工业溶剂等，与社会民生息息相关。乙二醇产品主要从石油经环氧乙烷线路合成得到，但因我国石油高度依赖进口，发展非石油路线合成气制备乙二醇技术具有重要战略意义。

这项研究显示，在 C60 的缓冲下，合成气制备乙二醇将更加绿色、安全。有别于目前广泛使用的需要较高氢气压力的催化技术，该项研究成果可以实现常压合成，这意味着可以大大减少氢气泄露、爆炸等安全隐患。除此之外，常压合成也能克服副反应较多且催化剂易失活等问题。

这项研究历时 7 年，得益于 6 个课题组的精诚合作。《科学》杂志在推介该成果时指出，这一成果将在学术界和产业圈产生重要影响，并将走向成熟。

## 锂离子电池储能系统热—安全管控技术获突破

中国科学报 2022.5.11

本报讯（记者朱汉斌）随着使用时长增加，锂离子电池的理化特性会发生非线性变化，宏观表现为电池一致性发散、产热增加、安全边界演化、微小故障多发等特征，锂电储能系统的安全运维因此面临巨大挑战。记者近日从中国科学院广州能源研究所获悉，针对这一问题，该所研究员蒋方明团队依托国家重点研发计划项目“梯次利用动力电池规模化工程应用关键技术”课题三“梯次利用动力电池电、热、安全管理技术”，开展了相关研究工作。

蒋方明团队研发出 3 项创新成果：一是研发了梯次电池及储能系统多尺度多场耦合仿真平台，揭示了梯次利用动力电池从电极介孔到宏观储能系统尺度的性能演化规律；二是构建了适应不同动力电池原始散热设计、具备热值估算动态调控能力的热管理系统，研制了国内首台液冷式锂电储能系统样机（100kW/500kWh）；三是提出了“瞬发性安全故障表征监控 + 渐变故障演化特征分析”的安全管控体系，实现了对梯次电池储能系统电、热、安全的有效管控。

“电能存储是构建新型电力系统的关键。”蒋方明表示，锂离子动力电池储能系统全生命周期热—安全管控技术难题的攻克，将推动长效安全的锂电储能系统由应用示范走向大规模推广，对构建新型电力系统、践行“可再生能源” + “储能”的低碳发展战略具有重大意义。



# 超薄燃料电池利用人体自身糖分发电

科技日报 2022.5.17

科技日报北京5月16日电（记者张梦然）葡萄糖是人们从食物中吸收的糖分，它是为人体每个细胞提供动力的“燃料”。那么葡萄糖是否也能为医疗植入物提供动力？美国麻省理工学院和德国慕尼黑工业大学的工程师给出了肯定答案。他们设计了一种新型葡萄糖燃料电池，可将葡萄糖直接转化为电能。该装置厚度仅400纳米，约为人类头发直径的1/100。该含糖电源每平方厘米产生约43微瓦的电力，实现了迄今为止葡萄糖燃料电池的最高功率密度。

近日发表在《先进材料》上的论文指出，新电池能承受高达600℃的温度。如果嵌入医疗植入物中，燃料电池可在植入设备所需的高温灭菌过程中保持稳定。该电池的核心由陶瓷制成，这种材料即使在高温和微型尺度下也能保持其电化学特性。研究人员设想，新设计可制成超薄膜或涂层，并包裹在植入物周围，利用人体丰富的葡萄糖被动地为电子设备供电。

在新研究中，研究人员设计了一种葡萄糖燃料电池，其电解质由二氧化铈制成，二氧化铈是一种具有高离子电导率的陶瓷材料，机械强度高，因此被广泛用作氢燃料电池的电解质，其已被证明是生物相容的。

研究团队将电解质与由铂制成的阳极和阴极夹在中间，铂是一种容易与葡萄糖反应的稳定材料。他们在一个芯片上制造了150个单独的葡萄糖燃料电池，每个约400纳米薄，300微米宽（大约30根人类头发的宽度）。团队将电池图案摹刻到硅晶片上，实验表明电池可与常见的半导体材料配对。随后他们测量了电池在定制测试站中将葡萄糖溶液流过每个晶片时产生的电流。

团队发现，许多电池产生的峰值电压约为80毫伏。鉴于每个电池的尺寸很小，该输出已是任何现有葡萄糖燃料电池设计中最高的功率密度。

研究人员表示：“这是第一次将电陶瓷材料中的质子传导用于葡萄糖到能量的转换，定义了一种新型的电化学。它将材料从氢燃料电池扩展到新的、令人兴奋的葡萄糖转换模式。”新电池使用的陶瓷无毒、便宜，而且对体内条件和植入前的灭菌条件都呈惰性，因此为植入传感器和其他功能的微型电源开辟了一条新途径。

## 我国新型储能市场保持高速增长

截至2021年累计装机规模达572.97万千瓦，同比增长75%

中国电力报 2022.5.12

近日，由中国能源研究会储能专委会、中关村储能产业技术联盟联合主办的“2022年全球储能行业发展回顾与展望研讨会”在线上线下同步举行。会上发布《储能产业研究白皮书2022》（以下简称《白皮书》）显示，据不完全统计，截至2021年底，我国已投运电

力储能项目累计装机规模 4610 万千瓦，占全球市场总规模的 22%，同比增长 30%。其中，抽水蓄能的累计装机规模最大，为 3980 万千瓦，同比增长 25%，所占比重与去年同期相比再次下降，下降了 3 个百分点；市场增量主要来自新型储能，累计装机规模达到 572.97 万千瓦，同比增长 75%。

#### 2021 年新型储能新增投运 240 万千瓦，同比增长 54%

《白皮书》显示，2021 年，我国新增投运电力储能项目装机规模达到 1050 万千瓦，其中，抽水蓄能新增规模 800 万千瓦，同比增长 437%；新型储能新增规模达 240 万千瓦，同比增长 54%；新型储能中，压缩空气储能 在 2021 年实现了跨越式增长，新增投运规模 17 万千瓦，接近 2020 年底累计装机规模的 15 倍。

就新型储能区域分布来看，《白皮书》显示，2021 年新增项目分布在全国 30 多个省市，山东省依托“共享储能”创新模式引领 2021 年全国储能市场发展；江苏省和广东省延续用户侧储能先发优势，再叠加上江苏省二期电网侧储能项目的投运，以及广东省的辅助服务项目，而继续保持着领先优势，内蒙古自治区因乌兰察布电网友好绿色电站示范等新能源配储项目首次进入全国储能市场前五之列。

从新型储能应用分布来看，由于目前越来越多的储能项目开始跨越接入位置的约束，提供多重服务，因此将应用分布划分为 3 个维度，来更规范更科学统计项目数据。首先，按照设备或项目接入位置，分为电源侧、电网侧及用户侧；去年，从接入位置来看，电源侧和电网侧占据了市场主导；其次，按照储能项目应用场景：分为独立储能、风储、光储、工商业储能等 30 个场景；其中，独立储能、工商业储能这 2 类场景在去年迎来了大发展。最后，按照储能项目提供服务类型，可划分为：支持可再生能源并网、辅助服务等 6 大类。而从去年投运储能项目的实际作用来看，可再生能源并网、辅助服务、用户能源管理服务是储能项目提供最多的服务类型。

#### 保守预计 2026 年新型储能累计规模将达 4850 万千瓦

未来 5 年，“新能源 + 储能”是新型储能的主要应用场景，政策推动是主要增长动力。

此次《白皮书》中基于保守场景和理想场景分别对 2022 年至 2026 年新型储能的市场规模进行了预测。保守场景为政策执行、成本下降、技术改进等因素未达预期，理想场景则为储能规划目标顺利实现的情形。

《白皮书》预计，在保守场景下，2026 年我国新型储能累计规模将达到 4850 万千瓦，2022 年至 2026 年复合年均增长率（CAGR）为 53.3%，市场将呈现稳步、快速增长的趋势。

在理想场景下，随着电力市场的逐渐完善，储能供应链配套、商业模式的日臻成熟，新型储能凭借建设周期短、环境影响小、选址要求低等优势，有望在竞争中脱颖而出。预计 2026 年我国新型储能累计规模将达到 7950 万千瓦，2022 年至 2026 年复合年均增长率（CAGR）为 69.2%。（余璇）

## 受潜水苍蝇启发开发新型能源存储器件

中国科学报 2022.5.12

本报讯（见习记者王敏）安徽大学材料科学与工程学院教授吴明在课题组受仿生学启发，提出空气阴极电催化剂疏水化工程方案，开发新型能源存储器件，使下一代金属—空气电池表现出更高的功率密度输出和循环寿命。相关研究成果近日发表于《德国应用化学》。

开发兼具机械柔性、高能量密度和优异安全性的微型储能器件，对于当前可穿戴电子器件的发展具有重要意义。其中，相比较于锂电池和微型超级电容器，锌空电池具有能量密度高、环境友好及成本低等优势，但其空气阴极上发生的四电子氧还原反应较为迟缓，导致其功率密度低并影响循环稳定性，严重限制了其实际应用。

研究发现，潜水苍蝇的蜡质表皮上覆盖着大量细毛，可以形成一层疏水层以捕捉空气。当苍蝇潜入水中时，身体和翅膀周围会形成气泡，以保护它们免受水中盐分和有机污染物的沾染。

受此启发，吴明在团队围绕锌空电池空气阴极中多相界面处的氧扩散不足开展了系统研究。实验测试与理论模拟结果表明，疏水表面设计能够促使空气阴极上形成更多的三相反应界面，促进了氧扩散，使其表现出更高的电催化效率。以疏水化阴极组装出的锌空全电池具有更高的能效和更好的循环耐久性。

研究结果为空气阴极上促进界面反应动力学提供了一种有效策略。

## “下一代奇迹材料” 石墨炔首创成功

科技日报 2022.5.25

科技日报北京5月24日电（记者张梦然）据最新一期《自然·合成》报道，美国科罗拉多大学研究人员开展的一项研究，已成功合成出科学家们数十年来孜孜以求的一种新型碳——石墨炔。该成果填补了碳材料科学长期存在的空白，或为电子、光学和半导体材料研究开辟全新的途径。

长期以来，科学家们不断探索构建新的碳同素异形体，石墨炔正是研究的焦点之一，因为它与另一种受到工业界高度青睐的碳“神奇材料”石墨烯相似。石墨烯研究已经在2010年获得了诺贝尔物理学奖。然而在石墨炔领域，尽管经过数十年的理论研究和实践，科学家只创建出几个石墨炔片段。

根据  $sp^2$ 、 $sp^3$  和  $sp$  杂化碳（或碳原子与其他元素结合的不同方式）及其相应键的利用方式，可采用不同的方式构建碳同素异形体。最著名的碳同素异形体是常用于铅笔和电池等工具的石墨以及金刚石，它们分别由  $sp^2$  碳和  $sp^3$  碳制成。

科学家们利用传统化学方法成功地创造了各种同素异形体，包括富勒烯（其发现于1996年获得诺贝尔化学奖）和石墨烯。然而，这些方法不允许不同类型的碳以任何大容量

一起合成，这使得推测具有独特电子传导、机械和光学特性的石墨炔材料，停留在理论阶段。

科罗拉多大学博尔德分校化学系教授张伟团队使用炔烃复分解过程以及热力学和动力学控制，成功地创造出以前从未实现的成果：一种可与石墨烯的导电性相媲美但可控的材料。炔烃复分解是一种有机反应，需要重新分配或切割、重整炔烃化学键（一种具有至少一种碳—碳三重共价键的碳氢化合物）。

张伟表示，石墨烯和石墨炔之间有很大的区别，而石墨炔有望成为“下一代奇迹材料”。

虽然材料已经成功创建，但研究团队希望进一步研究它的特定细节，包括如何大规模创建材料以及如何对其进行操作。张伟说，研究团队正在尝试从多个维度探索这种新型材料，包括实验和理论，从原子级到真正的设备，这些努力将有助于弄清楚该材料的电子传导和光学特性如何用于锂离子电池等工业应用。

柔软的铅笔芯和坚硬的金刚石，本质都是一种物质——碳。它们是碳同素异形体。原子与原子之间通过不同的“杂化”方式就会产生不同的微观结构，最为大名鼎鼎的新型材料是石墨烯，对它的研究曾斩获诺贝尔物理学奖。在实验上，我国科研人员也曾合成出石墨炔。但它们只停留在实验阶段，离理想状况比较遥远。这次，科研人员表示他们创造出了石墨炔，并尝试从多个维度对它进行探索。这是一个正在开启的领域，至于能开启到什么程度，还需要多方努力。

## 储能将从商业化初期转向规模化发展期

中国能源报 2022.5.16

**本报讯** 伴随着随机性、波动性的可再生能源大规模并网以及电动汽车、分布式电源等交互式设备大量接入，电力系统将呈现高比例可再生能源、高比例电力电子化的“双高”特点，电力系统在供需平衡、系统调节、稳定特性、配网运行、控制保护和建设成本等方面都将发生显著变化，面临一系列新的挑战。为了实现以新能源为主体的新型电力系统的负荷平衡，储能将发挥重要作用。

中关村储能产业技术联盟理事长陈海生日前表示，“十四五”时期是我国储能技术从商业化初期向规模化发展的重要时期。但是，储能要大规模应用目前仍面临不少挑战。首先，关于储能安全、规模、成本、寿命的技术先进性和成熟度还不能完全满足应用的要求，部分核心技术尚未完全掌握。其次，储能设备与储能电站的标准体系仍需完善。再次，储能的成本疏导难题依然存在，尚未形成稳定、成熟的价格机制。

陈海生认为，“十四五”时期，要强化储能技术创新，明确技术应用的发展路线。大型抽水蓄能在“十四五”期间仍是电力储能的主体，将在传统技术基础上研制大型变速抽水蓄能机组的关键设备，建立变速抽水蓄能技术体系。储能电池将是技术创新的重点领域之

一，“十四五”时期要集中攻克大容量长时储能和长寿命低成本锂离子电池技术，开展液流电池关键材料、电堆设计及系统模块集成设计研究。重点突破储能电池老化检测与评估等相关技术，保证电池安全性的同时延长循环寿命，提高电池修复与回收再利用能力。在此基础上，关注并发展分布式储能与分布式电源协同技术，掌握多点布局储能系统聚合调峰、调频及紧急控制理论与成套技术，实现广域布局的分布式储能、储能电站的规模化集群协同聚合。

“十四五”时期，要不断推进储能技术与装备的研发示范。在陈海生看来，作为大规模长时储能技术的代表，压缩空气和液流电池初步具备 10 万千瓦级以上的储能电站示范和推广条件。随着智能微网关键技术的成熟，岛屿可再生能源开发和大规模源网荷储一体化示范有望全面实施。通过开展提升可再生能源利用水平应用、提升电力系统灵活性和稳定性应用、提升用能智能化水平应用、推进储能支撑能源互联网应用等不同技术路径和场景的应用示范，不断探索技术创新方向。

陈海生认为，“十四五”时期，要秉持“谁受益、谁承担”原则，结合技术特性建立长效市场机制、明确政策导向。随着电力市场化改革的全面推进，储能既可以作为独立主体参与现货市场和辅助服务市场，又可以配套可再生能源保障电力系统稳定安全运行。在市场需求驱动下，通过技术创新、工程示范、商业应用的有机结合实现多重应用价值叠加。在电力系统中既能够独立参与市场交易，又能够发挥聚合效应，从而成为新型电力系统必不可少的一环。（刘斌）

## 充电时能吸收二氧化碳的电池

参考消息 2022.5.31

【据西班牙“能源报”网站 5 月 28 日报道】题：科学家研制出充电时能够吸收二氧化碳的电池（记者 拉蒙·罗加）

英国剑桥大学一个研究团队研制出一种低成本装置，可以在充电时选择性地捕获二氧化碳气体。然后，在放电时，可以用一种受控的方式释放二氧化碳，并收集起来重新使用或负责任地处理。

这种超级电容器装置类似于可充电电池，只有硬币大小，部分组件由椰子壳、海水等可持续材料制成。

超级电容器或有助于发展碳捕获和储存技术，且成本较低。每年约有 350 亿吨二氧化碳被排放到大气中，迫切需要找到解决方案来消除这些排放物并解决气候危机。目前最先进的碳捕获技术需要大量能源，且价格昂贵。

超级电容器由两个带正电荷和负电荷的电极组成。该研究团队尝试从负电压切换到正电压，以延长先前实验的充电时间，从而提高超级电容器捕获碳的能力。

研究带头人、剑桥大学优秀福·哈密德化学系的亚历山大·福尔塞博士说：“我们发

现，通过在电极板之间缓慢地切换电流，我们可以捕获比以前多一倍的二氧化碳。”福尔塞说：“与目前在工业中使用的胺加热过程相比，我们的超级电容器充放电过程消耗的能量可能更少。”他还说：“我们接下来将研究确切的二氧化碳捕获机制并加以改进。然后再来解决扩大规模的问题。”

这项研究成果发表在《纳米尺度》杂志上。

超级电容器与可充电电池类似，但主要区别在于这两种设备存储电荷的方式。电池使用化学反应来存储和释放电荷，而超级电容器不依赖化学反应。相反，超级电容器依靠电子在电极之间的运动，因此它需要更长的时间来降解，寿命也 longer。

该研究论文的作者之一格蕾丝·马普斯通说：“代价是，超级电容器不能像电池那样储存大量电荷，但就碳捕获等目的而言，我们会优先考虑耐用性。最大的优点是，用于制造超级电容器的材料既廉价又丰富。电极由碳制成，而碳来自废弃的椰子壳。”马普斯通还说：“我们希望使用的材料具有不易发生化学反应、不损害环境和无需频繁处理的特点。例如，用于溶解二氧化碳的水基电解质基本上都是海水。”

研究论文的另一位作者伊斯雷尔·滕普拉诺博士为该设备开发了一种气体分析技术。该技术使用一个压力传感器，会对电化学装置中吸附气体的变化做出反应。

滕普拉诺的工作成果有助于进一步确定超级电容器内二氧化碳被吸收和释放的确切机制。在实现超级电容器的规模化生产之前，了解这些机制、潜在损失和降解途径是至关重要的。

## 共享储能商用面临多道关卡

中国能源报 2022.5.23

为支撑新能源发展、便于电网统一调度管理，青海、山西、安徽等不少省份开始探索共享储能电站模式，尤其是湖南、山东两省的共享储能电站建设已行驶在“快车道”。随着共享储能电站项目建设“队伍”的逐渐壮大，其快速发展面临的挑战也渐渐浮出水面。

受访的业内人士认为，在没有补贴的情况下，基于共享储能模式的项目主要通过市场获益，这意味着储能投资者要把精力集中在市场化运作，通过资本打通项目渠道，为共享储能模式增加新价值。

### 各地因地制宜探索共享储能

自从去年7月国家发改委、国家能源局联合发文明确“鼓励探索建设共享储能”后，山东、湖南、浙江、青海、河南、内蒙古等20多个地方能源主管部门相继出台配套政策，把共享储能作为开发建设储能电站的重要方向。

“实际上，2018年电网侧储能项目某种程度上已经算是共享储能的一种尝试。”新能源和储能行业专家彭宽宽接受记者采访时表示，何谓共享储能，目前尚没有准确定义，“我个人认为共享储能是一个投资主体建设的储能设施可以为多个用户提供储能价值的有偿服务，

通过收取服务费获得收益的一种商业模式。”

“如今，通过共享储能模式建设的储能项目越来越多，各省依托自身资源禀赋，持续探索共享储能发展的新模式。”中国能建广东省电力设计研究院储能技术中心主任楚攀介绍，共享储能概念提出之后，最早是从青海开始尝试。青海是新能源大省，目前，整个青海的新能源的装机已超过50%，新能源的持续增长，给电量消纳、电力平衡以及电网运行安全都带来了巨大挑战。为此，青海首先通过共享储能的模式探索电网公司、新能源投资方、储能建设方三个主体之间的新关系。

青海的共享储能发展，可以简单总结为“N对N”的市场设计，也就是说青海的储能参与方是多个，需要储能容量的风光电站也是多个，两者的电量传递通过当地调度机构协调统一管理。“与青海不同，湖南共享储能可简单总结为‘N到1再到N’。第一个N代表储能电站的建设方、投资方，比如电池厂、集成供应商、产业投资基金等，第二个N是新能源电站的运营方，而‘1’则是湖共享储能模式的制定者，当地的电网公司。”楚攀表示。

#### 成本高企导致项目建设缓慢

采访中，多位业内人士直言，“投资企业正‘跑步’入场”“从去年开始，共享储能迎来备案和建设潮”“目前，已有超过100个项目完成建设或备案”“很多共享储能项目备案了，但是很难建设”“今年的储能增量不太乐观”。

“目前，储能还只是在一定区域内实现共享，并不是一个绝对意义上的共享。”楚攀对记者表示，据不完全统计，目前全国已有大约24吉瓦共享储能项目得到备案。但备案的共享储能项目，未必一定能建成，受供需关系及产业链原材料涨价的影响，进入2022年之后，整个储能系统集成的价格已经由2020年初的不到1500元/千瓦时，涨到了1800元/千瓦时以上。

楚攀直言，初装成本较高成为掣肘共享储能建设的主要因素之一。目前新能源汽车行业发展过快，很多电芯厂家绝大部分的生产能力倾向于利润更高的动力电芯，留给储能电芯的产能不够多，储能项目往往拿不到电芯现货。即便与电芯厂家关系较好，也要排到三个月以后，如果拿货量不够大，至少排在半年以后。

不容忽视的是，如今储能的整个产业链全线涨价。电芯价格普遍达到1元/瓦时以上，有的已达1.2元/瓦时甚至更高；逆变器普遍上涨了5%—10%，EMS也上涨了10%左右等，产业链的整体涨价，导致大型储能项目的初始投资成本居高不下，每千瓦时的建设投资增长了20%—30%。

“全产业链涨价给共享储能项目建设带来压力，企业虽然备案了不少共享储能项目，但鉴于上游产品价格高企，不少项目处于做完前期可研就停滞的状态。”一位不愿具名企业人士向记者透露，“另外，每个省的市场策略、收益计费方式不一样，需要因地制宜设计不同方案，商业模式不能快速复制，无形中提升了共享储能项目的建设成本。

“技术和非技术成本高，储能电站初装成本居高不下，系统集成能力参差不齐，无论哪

个部分出现短板，都会影响整个系统，共享储能模式下，储能系统如何实现高安全、低成本、智能化和模块化，是整个储能产业亟待解决的问题。”楚攀表示，目前共享储能商业运营模式还处于一个探索阶段，大多数共享储能项目收益依赖容量租赁和调峰辅助服务的补偿，其盈利模式单一，收益有限。此外，现有储能交易方式存在信息不透明、结算方式复杂等问题，难以满足未来共享储能的多主体同时交易的需求。

### 探索更多可推广商业模式

共享储能商业化面临技术、经济性等多种挑战，在储能装备研发和储能系统集成、电力市场建设和储能价格机制等方面缺乏明确的政策支持与相关标准体系的支撑，相关专家建议完善储能安全标准体系，推动大型储能电站系统并网等相关标准和技术规范的制定。

受访的业内人士均认为，共享储能的商业模式无法打通的原因是，缺少能够体现价值的电力市场。彭宽宽建议，在政策上明确赋予共享储能项目独立、合法的市场主体地位，允许共享储能对外提供储能价值的服务；完善共享储能电站的收益机制，增加收益来源，理顺储能项目建设的成本疏导路径。

中关村储能联盟高级研究经理张兴对记者表示，盈利机制不完善制约了共享储能发展。电力市场建设正在推进中，共享储能作为新的市场主体，参与辅助服务、现货市场的相关规则尚未完全建立起来。从电价机制角度来说，独立储能充电的时候，作为用户对待，需缴纳输配电价、政府性基金和附加，影响共享储能参与调峰、现货市场的积极性。

“要加快共享储能商业模式探索，青海共享储能探索出的商业模式已成功运行了三年多，可在‘三北’地区广泛推广。”楚攀表示，随着多元主体的不断加入，共享储能商业模式要想探索出一条长远发展的道路，需要构建多元化、多渠道、多产品的融资体系，开创新型金融服务模式，形成一批可复制、可推广的产融结合的模式，积极融入到地方经济社会发展。“促进共享储能快速发展，只靠容量的租赁以及调峰收益是远远不够的，一定要推动共享储能参与更多的电力辅助服务市场，获取更多的收益叠加，唯有如此，共享储能项目才能健康发展。”（苏南）

## 铅炭电池：电化学储能新赛道

中国能源报 2022.5.30

### 核心阅读

当前，锂离子电池在电化学储能中占主导地位，但并不意味着它就是市场的“终极选择”。除了铅炭电池，近年来，固态锂离子电池、金属空气电池、新型空气压缩储能等新技术如雨后春笋般不断涌现，以适用于不同应用场景，满足不同的功能需求。

近日，吉林白城年产20吉瓦铅炭电池产线正式开工，该项目由国家电投下属吉电能谷（白城）储能投资有限公司参与投建。当前，锂离子电池在电化学储能中已占据绝对主导地位，企业另辟蹊径布局铅炭电池有何深意？铅炭电池适用于哪些场景？其市场前景如何？



### 具有成本和安全优势

何为铅炭电池？铅炭电池可理解为铅酸电池的升级版。作为新型超级电池，铅炭电池将铅蓄电池和超级电容器两者的技术相融合，是一种既有电容特性又有电池特性的双功能储能电池。具有超级电容瞬间大容量充电的优点，还兼备能量优势，可快速充放电。

近两年，受新冠肺炎疫情等因素影响，锂电池原材料价格大幅上涨。在储能产业快速发展的当下，供应链风险问题突出，相关企业在积极寻找备选方案。

事实上，铅炭电池并非新事物，与锂离子电池和液流电池同为新能源储能电池的三大发展方向。“兆瓦级锂离子电池储能系统价格约 1.7 元/瓦时，铅炭电池储能系统价格约为 1.2 元/瓦时，考虑到残值，有 10% 的锂离子电池储能系统可实现回收，铅炭储能有 30% 左右。”天能控股集团董事长张天任指出，预计未来几年，锂离子电池价格还将维持高位，而铅炭电池材料价格较为稳定，具备有一定经济优势。

安全性也是铅炭电池的一大卖点。近年来，锂离子电池储能电站燃烧爆炸的事故时有发生，核定原因多为电池“热失控”。“这是由电池特性所决定。铅炭电池无易燃物，能量密度相对较低，升温过程时间较长，易被 BMS（电池管理系统）监控管理，加上无机电解液、阻燃 ABS（热塑性工程塑料）电池壳，不会出现燃烧问题。”张天任称。

### 已有多个项目实践

2020 年 5 月，天能集团完成了国家电网雒城 12 兆瓦/24 兆瓦时铅炭储能项目，这是我国首座铅炭电池电网侧储能电站。项目配有 20160 个铅炭蓄电池，总容量相当于 40 多万个 10000 毫安时的普通家用充电宝的电量。

前些年，铅炭电池在储能领域已有多个项目案例，比如，浙江舟山福山岛风光柴储能电站、新疆吐鲁番新能源城市微电网示范工程、南方电网光储一体化柴储能电站等。中关村新型电池技术创新联盟秘书长于清教指出，作为铅蓄电池升级而来的电容型电池技术，铅炭电池应用领域与铅酸电池高度重合，可作为动力电池、启停电池、储能电池、备用电池和特种动力电池广泛使用。国内外铅酸电池头部企业均进行了相关产品的研发布局。经过多年探索，我国铅炭电池技术已取得长足进步。

业内人士介绍，我国铅资源储量丰富，位居世界第二，不存在资源“卡脖子”问题。铅炭电池性能远优于传统的铅酸蓄电池，同时又具有与其相近的低廉价格以及成熟的工业制造基础，适用于大规模储能领域。但铅炭电池负极活性炭材料研发类型众多，如何进一步提升性能与做好成本控制上还需进一步平衡。

《2022 储能产业应用研究报告》统计数据显示，2021 年，我国锂离子电池储能装机规模 4658.9 兆瓦/8254.2 兆瓦时，功率规模占比 91.0%；铅蓄电池（包含铅炭电池）储能装机规模 279.5 兆瓦/1632.2 兆瓦时，功率规模占比 5.5%。2021 年，我国新增电化学储能项目 131 个，其中 120 个项目为锂离子电池储能电站。铅炭电池市场规模还相对较小。

### 鼓励多元化技术路线

当前锂离子电池在电化学储能中占主导地位，但并不意味着它就是市场的“终极选择”。除了铅炭电池，近年来，固态锂离子电池、金属空气电池、新型空气压缩储能等新技术如雨后春笋般不断涌现，以适用于不同应用场景，满足不同功能需求。

国家发改委、国家能源局去年印发的《关于加快推动新型储能发展的指导意见》《“十四五”新型储能发展实施方案》等文件均明确坚持储能技术路线的多元化发展，开展钠离子电池、新型锂离子电池、铅炭电池、液流电池、压缩空气储能等关键核心技术、装备和集成优化设计研究。

“储能政策层面，我国鼓励不同技术路线‘百花齐放’，铅炭电池与其他技术路线是互补关系。”于清教指出，铅炭电池相对安全、单位能量成本和系统成本低、原材料循环性好、温度适应性好，但同时在度电成本、能效方面不具备优势。随着技术的升级和成本的下降，铅炭电池在储能应用市场将占据一席之地。

张天任介绍，公司正在进一步攻关，提高掺碳技术，保障铅炭电池的循环性能。在他看来，电化学储能市场是以投资收益率为衡量产品优劣，哪种储能电池更适合市场也要根据用户需求而定。在现阶段锂离子电池储能成本出现反弹的情况下，预计铅炭电池储能建设容量会比往年有所增长。

业内人士认为，铅炭电池初始投资成本较低，适用于场地宽裕、成本要求高的领域；而锂离子电池能量密度高，更适用于场地空间有限，对成本接受度相对较好的分布式场景。（卢奇秀）

## “全球最快充电电池”将在南沙“智造”

广州日报 2022.5.30

电动车8分钟充8成电，充电像加油一样快，全球最快充电电池即将在广州南沙变成现实！5月28日上午，广州南沙新区二季度第二批项目动工活动暨巨湾技研总部及生产基地动工活动举行。

继两周前举办完第二季度重大项目签约暨芯粤能碳化硅芯片制造项目主体工程封顶活动，南沙延续“芯芯”向荣之势，举办本次动工仪式，力促前沿科技和先进制造业项目加快落地建设，为南沙高质量发展注入新动能。随着项目陆续落地建设，南沙新区二季度动工项目累计总投资将达320亿元。

湾区南沙，厚积薄发。以项目落实规划，以项目建设扩大有效投资，南沙正着力打造“湾区之心、开放门户、未来之城”。

### “全球最快充电电池”南沙造 助力广州打造全球首个超充之都

此次活动主会场在巨湾技研总部基地。动工项目主要涵盖现代产业、基础设施等领域。以整车制造业吸引电池制造业，以世界优质教育资源吸引高端产业孵化器，南沙正在深耕现代产业布局。

新能源电动汽车是全球新一轮低碳清洁能源革命的主要驱动力，正深刻影响着全球经济、社会与科技的发展。汽车产业是广州第一大支柱产业，广州的新能源汽车市场渗透率也位列全国第一。动力电池作为新能源汽车的关键核心部件，是新能源汽车的“心脏”，在整车成本中占比为35% - 50%，在新能源领域有“得动力电池者得天下”之说。而在10分钟内补充80%以上电能的XFC极速充电电池更是电动汽车取代燃油汽车并长久发展的关键、决定性因素之一，这既是全球新能源汽车产业的共识也是竞争的焦点。

“巨湾技研在全球率先推出了符合国际准则的XFC电池系列产品，投产后新能源汽车‘充电像加油一样快’！”据广州巨湾技研有限公司董事长黄向东介绍。

巨湾技研新研发的全球最快充电电池从0充电到80%只需要8分钟，从30%充电到80%仅需5分钟。广州巨湾技研有限公司总裁裴锋表示，“我们的极速充电技术在全球领先，去年拿下世界纪录认证机构（WRCA）官方权威认证的‘全球最快的电动汽车充电技术’。”搭载巨湾技研公司系统的整车按快充规范的充电时间仅需5~8分钟，比常规新能源汽车的快充要快约6倍，即所谓6C快充。

此次动工的是巨湾技研研发和制造的总部基地，预计总投资40亿元、产能8Gwh、年产值72亿元，计划明年三季度试产。“这意味着，从电芯、储能、PACK系统，巨湾技研的所有XFC电池技术将全部在南沙研发和投产，形成完整产业链。”

伴随着“全球最快充电电池”在南沙布局、落地，全球首个“超充之都”计划也正在推进。据介绍，2022年，巨湾技研联手广汽埃安、南方电网电动汽车服务有限公司等行业知名企业代表，共同发起打造广州“超充之都”计划。按照计划，到2025年巨湾技研将牵头在广州建成1000座超级充换电中心，实现1.5km半径覆盖，找站时间减少到5分钟以内。这意味着，广州迎来了新能源车XFC超充网络的大规模建设期，并率先打造全球首个超充之都，广州的纯电动车用户出行体验会进一步优化。

#### **与世界名校产学研合作 打造亚洲“MIT+硅谷”模式**

此次动工活动中的另一个项目是越秀·iPARK穗港产学研基地，同样位于南沙东涌的庆盛枢纽片区，与今年9月即将开学的香港科技大学（广州）相邻。

据越秀地产副总经理周波介绍，该基地占地61亩，总投资10.5亿元，预计明年年底前竣工。

该项目融合穗港合作理念，依托港科大产学研资源，重点布局人工智能、智能制造等领域，通过搭建“大学+基金+基地”合作孵化模式，建设集生产、研发、办公孵化于一体的新型校企产学研创新科创产业园区。园区将引进近百家国内外科技创新型企业，聚集近千名国际化创新型高端人才及上百项知识产权及创新专利技术，推动南沙本土企业与世界名校产学研合作，打造亚洲“MIT+硅谷”模式。

据周波透露，越秀集团从2019年开始，连续三年已累计向港科大捐赠2.8亿港元，用于支持教育教学和科学研究。2021年11月18日，越秀集团与香港科技大学签署了合作框

架协议，双方将围绕产业技术研发、联合教育教学、科技成果转化应用、金融服务等方面开展校企合作，建立长期、稳定、高效的合作关系，并提出将在南沙区的指导下，在庆盛打造“港科大-越秀集团产业基地”以及孵化器、加速器等科技产业园。为落实框架协议关于合作打造产业园的内容，2022年5月，越秀集团旗下广州越秀产业发展有限公司与港科大霍英东研究院签订正式合作协议，共同基于此项目推动港科大优质资源的落地转化。背靠国际顶尖学府优势，iPARK 穗港产学研基地将引进近百家国内外科技创新型企业，成为南沙高端科创资源聚集地。

### 320 亿大项目为何“抢滩”南沙？

据悉，二季度动工项目涉及总投资额近 320 亿元，涵盖现代产业、基础设施等领域。为何企业选择南沙？

梧桐自有凤凰栖，大海能纳百川聚。黄向东表示，南沙区地处粤港澳大湾区地理几何中心，正打造立足湾区、协同港澳、面向世界的重大战略性平台，具有浓厚的科技创新氛围，优越的营商环境。同时，南沙在汽车制造和新能源汽车制造这两大产业已经具备较强基础，产业链的完备对电池企业是重要条件。南沙在支持高科技企业研发、独角兽“黄金牧场九条”、充电桩和充电站等都有针对性的政策。

巨湾技研在 2020 年 9 月在南沙注册后，便步入高速发展期。“在各级政府的大力支持下，巨湾技研发展迅猛，创造了很多‘广州速度’甚至是‘世界速度’。”据黄向东介绍，仅用 6 个月的时间，完成了第二代电芯核心基础专利从申报到授权；5 个月内，完成了南沙电池系统工厂的建设并投产；一年内，配置巨湾第一代 XFC 极速充电电池技术与产品的广汽新款车型 Aion V - Plus 获得国家汽车产品公告、量产上市，并荣获世界纪录认证机构 WRCA 的“电动汽车最快充电技术”世界纪录认证；约一年半时间，巨湾的团队比成立时扩大了约 30 倍，并在上个月完成了 A 轮融资。

对于科技前沿产品而言，“时间就是金钱”，早一天量产就能早一天抢占市场。企业快速成长离不开南沙国际化营商环境不断优化。“南沙速度”成为吸引大项目纷至沓来的重要原因。据裴锋介绍，巨湾技研总部及生产基地项目在南沙实现了“落地即开工”：“我们公司内部流程走完，地就到了我们手上，真正实现了‘落地即开工’。”

众多原因最终形成“合力”，留住了企业脚步，让大项目在南沙落地生根，开花结果。裴锋表示：“作为新能源汽车产业 XFC 极速充电技术的引领者，巨湾技研有信心、有能力为南沙区抢滩先进制造业和战略性新兴产业做出贡献。”

### 今年重点项目总投资超 6500 亿元

此次活动吹响了新一轮重点项目建设的集结号。一个季度两次重大项目活动密集举行，彰显出南沙做强先进制造业、做大战略性新兴产业的雄心壮志。南沙科学城、香港科技大学（广州）、庆盛粤港澳创新特别合作区的建设，塑造着南沙的科技创新策源力。新能源汽车、高端装备制造、生命健康、集成电路与半导体、航空航天等重点领域大项目的引进，则让南

沙找到了载体，不断夯实实体经济根基，建设大湾区科技创新和产业发展新高地。

业内人士表示，这批项目的开工建设，必将对南沙区持续壮大新能源汽车、生物医药和大健康等战略性新兴产业，加强交通、能源等网络型基础设施建设提供新引擎，为南沙高质量发展注入新动力。

南沙招商引资成效显著，为经济发展装上助推器。南沙全年安排 214 个总投资超 6500 亿元、年度投资 971 亿元的重点项目加快推进。2022 年 1-4 月，南沙总投资 300 亿元的 9 个半导体相关产业项目签约，新引进世界 500 强企业投资项目 6 个，累计设立企业 27.2 万家，有力稳住经济基本盘，助力规模以上工业产值等主要经济指标增速领跑全市，为蓄积新动能、争创新优势提供了坚实支撑。据统计，南沙一季度地区生产总值增速排名全市第一。

据南沙区有关负责人介绍，南沙新区将围绕“十四五”规划和 2035 年远景目标，坚持精益求精谋划项目，以攻城拔寨的决心推进项目，以无微不至的贴心服务项目，形成“谋划一批、储备一批、建设一批、投产一批”的良性循环，以项目落实规划，以项目建设扩大有效投资，着力打造“湾区之心、开放门户、未来之城”。（耿旭静、董业衡、南宣）

## 我国电动汽车市场领跑全球

经济日报 2022.5.26

去年全球电动汽车销量打破纪录，其中中国电动汽车发展最为亮眼，中国在世界电动汽车市场的主导地位更加稳固。专业机构认为，虽然发展电动汽车是大势所趋，但要保证可持续性还需要强有力的政策支持。中国电动汽车之所以实现快速发展，一个重要原因就是依靠前瞻性的政策引导，以及从中央到地方的大力扶持，取得了明显的先发优势。

根据国际能源署（IEA）最新发布的《2022 年全球电动汽车展望》，去年全球电动汽车销量打破纪录，并且于 2022 年一季度继续保持强劲增长势头。这在很大程度上得益于世界很多国家和地区采取的积极扶持政策。统计显示，去年相关补贴和激励公共资金约为 300 亿美元，同比翻了一番。

这其中，中国电动汽车发展最为亮眼，去年销量增长了 2 倍，达到 330 万辆，占全球销量的半壁江山。中国在世界电动汽车市场的主导地位更加稳固。

其他电动汽车大国则穷追不舍。欧洲去年销量增长了 65%，达到 230 万辆；美国电动汽车销量增长了一倍多，达到 63 万辆。2022 年一季度也呈现出类似的趋势，与 2021 年一季度相比，中国电动汽车销售额增长了一倍以上，美国增长 60%，欧洲增长 25%。市场分析人士认为，即便受到疫情冲击，全球电动汽车仍然保持强劲增长，而且主要汽车市场在今年还将实现大幅增长，未来市场空间巨大。

IEA 的研究数据也印证了这个判断：与 2020 年相比，2021 年全球电动和插电式混合动力汽车的销量翻了一番，达到 660 万辆的年度新纪录；去年全球电动汽车平均每周销售量超过 12 万辆，相当于 10 年前全年的销售额。总体上看，2021 年全球汽车销量的近 10% 是电

电动汽车，该数字是2019年的4倍。目前上路的电动汽车总数约为1650万辆，是2018年的3倍。今年一季度全球电动汽车销量为200万辆，与2021年同期相比增长75%。

IEA认为，虽然发展电动汽车是大势所趋，但要保证可持续性还需要强有力的政策支持。全球应对气候变化的决心日益坚定，越来越多的国家承诺在未来几十年内逐步淘汰内燃机，并制定了雄心勃勃的电气化目标。与此同时，世界主要汽车制造商先行一步，纷纷加大投资转型，争取早日实现电气化，争夺更大市场份额。据不完全统计，去年全球新推出的电动汽车车型数量是2015年的5倍，目前市场上销售的电动汽车车型数量约为450种。层出不穷的新车型也大大刺激了消费者的购买欲望。

中国电动汽车快速发展主要是依靠前瞻性的政策引导，以及从中央到地方的大力扶持，因而取得了明显的先发优势。相比之下，其他新兴和发展中经济体的电动汽车发展仍然落后。除了政策原因之外，一方面，缺乏中国强大的充电基础设施建设能力和速度；另一方面，缺乏中国市场特有的、完整的、较低成本的产业链。居高不下的车价让很多消费者难以负担得起新车型。比如在巴西、印度和印度尼西亚，电动汽车销量占总体汽车市场不到0.5%。

不过，电动汽车市场前途依然可期。去年包括印度在内的一些新兴经济体的电动汽车销量呈现大幅增长，如果相关投资和政策到位，预计未来几年内就会迎来新的发展转折。

展望2030年，IEA认为，世界电动汽车发展前景非常乐观。在坚持当前气候政策的前提下，电动汽车将占全球汽车销量的30%以上，达到2亿辆。此外，全球电动汽车充电用电市场规模预计也将迎来巨额增长。

不过，还是有许多困难和障碍需要克服。现有的和计划中的公共充电基础设施数量还远远不能满足需求，更无法适应未来庞大的电动汽车市场规模。城市电网配电管理也是问题。到2030年，数字电网技术和智能充电将是电动汽车从应对电网整合挑战转变为把握电网管理机遇的关键。这当然离不开技术创新。

特别要注意的是，在世界各地争相发展电动汽车和清洁技术产业的大背景下，关键矿产和金属变得越来越稀缺。比如电池供应链就面临很大的挑战。受俄乌冲突影响，钴、锂、镍等原材料价格飙升。今年5月份锂价格比去年年初高出7倍以上。这也是为什么美国和欧盟国家近年来不断加大汽车电池的自主生产和研发力度，以减少对东亚电池供应链依赖的原因所在。

无论如何，全球电动汽车市场都将充满活力，也是最受欢迎的投资乐土。（翁东辉）

## 加强电化学储能电站安全管理

中国能源报 2022.5.30

**本报讯** 近日，国家能源局综合司发布《关于加强电化学储能电站安全管理的通知》（下称《通知》），进一步加强电化学储能电站安全管理。

随着能源转型的不断深入，电化学储能电站已成为电力系统稳定运行的重要组织部分。《通知》强调，提高思想认识，加强电化学储能电站安全管理工作，坚决遏制电化学储能电站

安全事故发生。

《通知》要求落实主体责任。业主（项目法人）作为电化学储能电站安全运行的责任主体，要将纳入备案管理的接入 10 千伏及以上电压等级电网的电化学储能电站安全管理纳入企业安全管理体系，健全安全生产保证体系和监督体系，落实全员安全生产责任制，健全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，依法承担安全责任。

《通知》就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和电化学储能电站并网验收，以及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等作出全方位工作部署。（宗和）

## 纤纳 α 钙钛矿组件全球首发

中国能源报 2022.5.23

本报讯 5 月 20 日，钙钛矿光伏技术头部企业纤纳光电进行了“钙钛矿 α 组件全球首发”，这款为大型地面电站量身定制的组件选在“世界表白日”首发，是想向世界告白：中国的钙钛矿技术步入快车道，已率先实现了百兆瓦级的规模量产和商业化应用，选在“520”当天发布具有特殊意义。

此前，学术界一直流传着钙钛矿是一种未来能源技术的说法，自 2017 年 10 月获得诺贝尔化学奖热门提名后逐渐进入大众视野，近年来有越来越多的科研院所和传统光伏头部企业纷纷加入钙钛矿技术的研究。纤纳是国内首批致力于钙钛矿技术商业化探索的机构。

发布会上，纤纳联合创始人兼 CEO 姚冀众声情并茂地向大众介绍了钙钛矿光伏技术的进化史，展示了全球首款钙钛矿商业化组件 alpha。纤纳 alpha 组件采用公司独立开发的溶液打印技术，具有功率高、稳定性好、温度系数低、热斑效应小、不易隐裂等特性，可进行 12 年产品材料与工艺质保，25 年线性功率输出质保。

据悉，此次纤纳发布的 α 钙钛矿组件有三大优势，分别体现在高经济性、稳定耐用和优异的光电性能上。

纤纳 α 钙钛矿组件具有高功率、高收益和高减排的特性，此次 α 系列发布了四个型号，功率分别为 115W、120W、125W、130W，最大功率 130W。钙钛矿材料成本低，单位面积发电量高，制备过程低碳节能，展现了 α 组件独有的高经济性。

纤纳 α 钙钛矿组件性能强劲，除了温度系数低、弱光效应好等优势外，更无惧热斑效应和隐裂风险，实际工作表现优秀。

纤纳 α 钙钛矿组件是目前全球最大的百兆瓦级商业化产品，尺寸为 1245mm × 635mm × 6.4mm。自 2019 年、2020 年公司连续攻克了钙钛矿组件稳定性的世界级难题后，此次发布的 α 组件更是开启了 12 年产品材料与工艺质保和 25 年线性功率输出质保的产品体验，是全球首款为地面集中式光伏电站推出的钙钛矿组件。

发布会上，纤纳用无人机的上帝视角首次揭秘了一块钙钛矿 α 组件的诞生之旅。这条

全球首个百兆瓦级的产线有一超大亮点：公司为这条产线配置了全球首个适合钙钛矿生产工艺流程的智能大脑，全自动设备与众多机械臂穿插配合，每 40 秒就能制造出一片  $\alpha$  组件。纤纳的钙钛矿百兆瓦产线实现了高效、稳定、节能的连续生产，可以为实现“双碳”目标持续不断地提供清洁电力。

纤纳成立七年来一直在“世界第一”的赛道上奔跑，无论是七次刷新钙钛矿组件效率纪录、获得全球首个钙钛矿组件稳定性认证、还是率先实现了百兆瓦级规模化量产，乃至今天的钙钛矿  $\alpha$  组件全球首发，他们都在用自己的创新活力和敢为人先的探索精神谱写着“双碳”时代的新篇章。

纤纳  $\alpha$  钙钛矿组件的成功发布，打响了钙钛矿产业化落地的第一枪，标志着钙钛矿光伏技术真正从实验室走向了商业化应用，为光伏行业的长足发展注入了新活力，提供了新选择。

在碳达峰碳中和的目标下，钙钛矿产业链的加速建构具有划时代的意义，将给整个光伏行业的发展带来极大的信心和振奋，同时也将带动更多资本入局，加速赋能我国碳达峰碳中和的宏伟目标。（陈雯）

### 三、碳达峰、碳中和

## 能源碳达峰要把握好三项原则

中国能源报 2022.5.2

当前，在能源领域谋划碳达峰的关键期，须深刻认识能源碳达峰的系统性、实践性、时代性，以中央“统筹有序”要求为指导，统筹兼顾、实事求是、与时俱进推进相关工作。

#### 统筹兼顾——处理好“三大关系”，分阶段实现“2030年前碳基能源停止扩张”

能源碳达峰是一个动态发展的系统性进程，需统筹兼顾处理好以下“三大关系”：

一是处理好发展与减排的关系。能源碳达峰与高质量发展是统一的。为此，必须要将能源碳达峰的力度控制在经济社会可承受的范围内。尤其要警惕不顾经济社会发展，强行推进能源碳达峰的过激倾向。较长时间内，能源依然是经济社会发展的基础，短期内尚无法实现经济社会发展与能源消费增长脱钩。要坚持底线思维，坚持“先立后破”原则，牢牢守住“保障能源有效需求”这条底线，遵守客观标准，避免主观臆断。

二是要处理好短期和中长期的关系。能源碳达峰是碳中和的前奏和基础，是能源碳脱钩整个历史进程的前半部分。核心目标就是在 2060 年前实现无碳能源对有碳能源的充分替代，短期目标是确保 2030 年前有碳能源的使用趋于稳定。推进能源碳达峰，应当把握能源发展的方向和重大生产力布局，从大的时间尺度考虑需要采取的措施，科学评估这些措施实施的效果，形成能源碳脱钩总体战略，并将其具体细化到“十四五”“十五五”两个“五年”规划期内，形成能源碳达峰路线图。从不同阶段看，前期，重点是在保障能源有效需求的基础上，尽快打破原有发展惯性，引导能源发展走上低碳道路；中期，重点在减少高碳能源的



使用，以低碳、无碳能源满足新增能源需求；后期，重点在减少低碳能源的使用，以无碳能源满足新增能源需求，最终在 2030 年前停止碳基能源的扩张。

三是要处理好局部和整体的关系。碳达峰是不同行业、不同地域协同配合、共同推进的整体工作。因此，要深入开展能源碳达峰的顶层设计，立足经济社会发展大局和能源发展实际，兼顾不同行业、不同地域的差异性，坚持统筹实现整体最优。比如，对西部可再生能源大省，其责任应更多体现在为国内其他地区提供更多清洁电力；对东部工业大省，其责任应更多体现在优化调整经济结构和能源结构；对森林资源大省，其责任应更多体现在为碳中和提供可靠碳汇支撑。各地各行业的碳达峰方案则要根据实际，具体细化顶层设计部署的目标和进度，服从、服务于顶层设计，既要避免一骑绝尘、以邻为壑，也要避免迁延观望、怠惰因循。

**实事求是——尊重客观规律，既不能低估传统能源和已有设备的持久性和适应力，也不能对新能源或新技术盲目乐观**

能源碳达峰的实践性要求必须立足实际、尊重客观规律，在实践中检验政策措施的有效性和科学性。

我国区域发展不平衡、自然和人文环境多样化，各地在自然环境、能源禀赋、经济结构等方面存在很大差异，因此需要正视差异性，立足实际、因地制宜推进能源碳达峰。以浙江为例，作为一个化石能源和可再生能源“双匮乏”地区，既不可能依靠省内的风光水资源建设“以新能源为主体的新型电力系统”，也不可能依靠自身资源确保能源安全。充分利用国内国际两个能源市场就成为浙江推进能源碳达峰的必然选择，西部可再生能源电力和海外 LNG 将是浙江需要努力争取的资源。当然，浙江也有自身比较优势，主要是电气化水平领先，终端能源中电力占比已接近 60%；核电、抽水蓄能的建设基础很好、潜力很大。浙江的能源碳达峰，显然不能简单复制以发展可再生能源为主的碳达峰路径，需要立足自身实际，走出一条“以电气化推进低碳化，以核电、抽水蓄能和西部可再生能源电力为主体构建新型电力系统”的特色道路。

能源发展本质上是不断低碳化的过程。在这一点上，能源碳减排与能源发展方向是完全统一的。需要认识到，能源发展是一个长期渐进的过程，高度依赖科技进步，因此要保持足够的战略定力，不能低估传统能源及已有设备的持久性和适应力，也不能对未来新能源或新技术的应用速度和范围盲目乐观。与此同时，能源发展也是一个投入产出比由小到大的过程。能源转型需要能源基础设施的重建，需要新技术研发和新产能扩张，而这些都离不开大量的投资。初期，这些投资不大可能迅速促进生产力发展。换言之，能源碳达峰是要付出经济代价的，能源价格上涨几乎不可避免，而收益可能要到碳中和阶段才能体现。

必须要认识到，能源碳减排是一个艰巨的过程，需要保持清醒、克服浮躁。电力的生产因一次能源不同而具有不同的碳排放水平，电力生产的碳减排将是能源碳达峰的主战场。有很多误导性言论将氢能或者碳捕捉技术视为碳达峰的捷径，又或者指望能源需求在不久的将来

来就达到峰值。这些言论已经干扰到了正常的碳达峰工作。要知道，氢能的转化来源和去向主要是电能，实质上仅是一种储能手段。而氢的物理性质决定了其储存、运输十分复杂和困难，作为储能应用还面临着技术成熟度和经济性的考验；同样，碳捕捉技术追求的是更经济高效地从空气中分离出二氧化碳，但本质仍是空分技术。真正困扰碳捕捉发展的是二氧化碳应用领域狭窄。此外，目前言及能源需求达峰为时尚早。从对浙江近 10 年能源弹性系数的分析来看，浙江能源弹性系数虽然在“十二五”期间缓慢下行，但“十三五”期间进入了平缓期，且短期内看不到下降的趋势，预期中经济社会发展与能源消费增长逐步脱钩的情况并未出现。

### 与时俱进——坚持“先立后破”，灵活机动施策，兼顾达峰目标实现与经济平稳运行

能源碳达峰的时代性要求在碳达峰的具体实践中，要根据形势的发展变化，采取灵活机动的战术策略，有效回应实践需求。

一是实施区间调控。稳中求进是能源碳达峰工作的总基调。为此，有必要在碳达峰工作中引入区间调控。根据经济运行的合理区间，明确能源总量和结构变动的合理范围，确定“下限”与“上限”，实现量的合理增长和质的稳步提升，使能源总量足以支撑经济运行、能源结构有效体现碳减排。这就需要变革碳达峰的指标体系，从节点指标逐步过渡到区间指标，从静态指标逐步过渡到动态指标；变革碳达峰的工作体系，赋予政策措施更多的灵活性，增强对经济形势的适应性；变革碳达峰的考核体系，将支持经济平稳运行纳入考核，减少考核的机械性，增强考核的科学性。

二是强化定向施策。能源碳达峰也是能源发展补短板的过程。针对能源碳减排的关键领域和薄弱环节，需要制定清晰明确的发展策略，选择适当的出台时机，实施更具针对性、更具前瞻性的调控。以浙江为例，浙江主力电源的有机更新离不开核电，推进核电发展就必须充分考虑安全性问题。安全性较高的三代核电是当前核电发展的必然选择，但随着核电技术发展，具有本质安全属性的四代核电终将成熟。浙江需紧密跟踪四代核电技术进步，对采用四代核电技术的时机作出前瞻性预判，提前调整好项目布局和规划。同时，持续提升西部跨省输浙电量、稳定输浙电量占总用电量的比重，是保证浙江电力稳定供应、提高可再生能源比重的关键。为此，需要全面深化与西部省份的能源合作，积极推动特高压电网建设，争取每个“五年”建成 1 条跨省特高压直流通道的，并尽快开展省内特高压交流环网建设，增强浙江电网承载能力。

三是坚持辩证施策。波浪式前进、螺旋式上升是事物发展的客观规律。推进能源碳达峰，既要保持战略定力，也要秉持辩证思维，在把握全局的基础上，通过张合有度、灵活机动的策略保证战略目标的实现。“一根筋”“一刀切”都不是对待能源碳达峰的正确态度，而是要坚持“先立后破”。以煤电为例，碳达峰的前期仍需要煤电发挥“缓冲垫”作用，争取转变能源发展方向的时间窗口。对煤电简单采取“休克疗法”，不仅严重影响能源和电力供应，造成经济和社会动荡，也将对碳达峰工作造成负面影响。此外，在碳达峰前期建设一

定量的煤电机组，客观上也有利于碳达峰工作。国内仍有大量临近退役或煤耗偏高的低容量、亚临界机组，日常发电既不经济也不环保，如将这些机组转为应急备用机组，转而按照等容量置换原则，建设超超临界大型机组，不仅可以用更少的煤炭生产更多的电力，也将增强电网灵活性资源。（周震宇）

## 将碳锁在海底潜力无限

参考消息 2022.5.18

**【澳大利亚“对话”网站4月11日文章】题：**海洋及其最大居民可能是储存人类排放碳的关键，（作者 英国剑桥大学气候修复中心创始人戴维·金 剑桥大学气候危机咨询小组副研究员简·利希滕斯坦）

尽管全球各国政府已同意努力将全球气温升幅控制在1.5摄氏度以内，但他们的行为举止表明，他们并没有严肃对待这一挑战，因为碳排放量年复一年持续增加。联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）在4月4日发表的最新气候分析报告中警告称，如果不大幅减少碳排放，不消除大气中多余的二氧化碳，那么这一模式必将持续下去：预计到2100年，全球气温将上升3.2摄氏度甚至更多。

现在是时候向海洋寻求帮助了。这种做法与IPCC的气候目标是一致的，但仍然不受重视。英国剑桥大学气候修复中心目前正在研究我们如何才能重新激活海洋这一世界最大潜在碳汇系统。该系统覆盖地球表面的70%以上，且数百万年来一直在清除大气中的二氧化碳。

目前，全球气温仅比工业革命前的水平高出1.3摄氏度，而这已经让世人应付起来力不从心了。前所未有的干旱、野火、洪水、风暴和热浪轮番袭击地球。全球最大的保险公司之一瑞士再保险公司估计，自然灾害在2020年给世界造成了1900亿美元的损失。

气温每次上升都会造成更多不可预测的情况。由于海平面上升导致洪水和风暴增多，到2050年，印尼雅加达和印度加尔各答等沿海城市可能变得无法居住。

IPCC在报告中明确指出，少用化石燃料对减少碳排放至关重要。除利用风能、太阳能和潮汐能外，某些技术创新可以帮助我们实现这一转变，包括利用垃圾填埋场释放的甲烷为建筑物供暖（瑞典已做到这一点），以及建设环保的公共交通系统，以缓解人行道和公共空间的压力（哥伦比亚首都波哥大展示了这方面的成果）。

利用大自然大规模储存碳的前景更光明。IPCC对农业带来的巨大变化充满信心，这些变化将有助于在未来十年把更多的碳封存在土壤中。然而，尽管世界各地都成功测试了这种方法，但政策没有跟上，利用现有耕种方法获得的既得利益也造成了惰性。

大规模植树也有机会增加碳汇。但是，仅仅利用陆地不足以充分降低大气中温室气体的浓度。还需要海洋来发挥作用。

很大一部分深海地区由于人类活动现在已贫瘠化，但那里曾是一个欣欣向荣的水生生态系统。我们目前的研究考察了鲸如何成为重建这一系统的重要一环。鲸可以充当“生物

泵”，通过进食和排泄行为将营养物质从海洋深处运送到海面。

此外，气候修复中心正在做实验，研究有没有可能通过重建海洋生物物质来储存更多的碳。海洋生物物质是指在海水表面附近繁衍的植物、鱼类和哺乳动物群落，它们将壳、骨骼和分解的植被永久地送到深海，从而将大量碳锁在海底。增加它们的数量可以促进生物多样性，增加鱼类资源，为世界各地处于边缘地位的社区提供赚钱机会，同时还能从大气中捕获数百亿吨二氧化碳。

应对气候危机的另一个手段是，修复已经越过“临界点”的部分气候系统：首先要重新冻结北极地区。由于北极地区的冰急速融化对极地喷流产生了扭曲作用，我们最近目睹了许多极端天气事件，例如美国得克萨斯州的降雪。扭转这一过程——例如人为增加该地区上空的云层，反射更多阳光，不让它们照射北极的冰——将使喷流恢复正常，为我们降低大气中温室气体的浓度赢得更多时间。

通过少用化石燃料来削减碳排放，这种挑战主要是政治上的，而不是技术上的。其几乎立竿见影的好处（更清洁的空气、更健康的身体和替代能源部门新增的数百万就业岗位）应该能使人克服短期的担忧。与此同时，如果我们要为人类创造一个可管理的未来，还必须利用我们最伟大的自然资源来清除已被释放到大气中的多余的碳。

## 天津加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系

### 到二〇二五年单位地区生产总值能源消耗降低百分之十四点五

中国环境报 2022.5.10

着力构建生产体系、流通体系、消费体系、基础设施、技术创新体系、政策制度体系等六大体系的绿色低碳循环发展，确保实现碳达峰、碳中和目标。

天津市政府日前印发《天津市加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施方案》（以下简称《方案》），全方位全过程推行绿色规划、绿色设计、绿色投资、绿色建设、绿色生产、绿色流通、绿色生活、绿色消费，加快建立健全绿色低碳循环发展的经济体系，确保实现碳达峰、碳中和目标。

《方案》明确，到2025年，全市产业结构、能源结构、运输结构明显优化，绿色产业比重显著提升，能源资源利用效率大幅提高，主要污染物排放总量持续减少，碳排放强度明显降低，市场导向的绿色技术创新体系更加完善，政策制度体系更加健全，绿色低碳循环发展的生产体系、流通体系、消费体系初步形成，工业战略性新兴产业增加值占规模以上工业增加值比重达到40%，国家高新技术企业数量达到1.16万家，非化石能源消费比重力争达到11.5%以上，单位地区生产总值能源消耗降低14.5%，空气优良天数比例达到68%。到2035年，绿色发展内生动力显著增强，绿色产业规模迈上新台阶，重点行业、重点产品能源资源利用效率达到国际先进水平，绿色生产生活方式广泛形成，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，基本建成生态宜居的社会主义现代化大都市。

《方案》提出，要着力构建绿色低碳循环发展的生产体系等六大体系。在生产体系方面，《方案》提出，推行产品绿色设计，培育一批绿色制造单位。开展绿色产业示范基地创建，引导绿色产业集聚发展。强化精准服务，培育一批市级“专精特新”中小企业。发挥中国（天津）自由贸易试验区和综合保税区优势，拓展航空、船舶、数控机床、工程机械、通信设备等保税维修业务，探索开展进口旧机电产品的再制造业务。以天津经济技术开发区、天津子牙经济技术开发区等为依托，开展汽车零部件、工程机械、医疗器械等机电产品的再制造业务和市场培育。推行产业园区综合能源管理模式，建设电、热、冷、气等多种能源协同互济的综合能源项目。发展生态循环农业，创新发展都市型休闲农业，擦亮“津农精品”金字招牌，培育150家市级以上农业产业化龙头企业、20个农业产业化联合体。

在流通体系方面，《方案》提出，优化运输结构，推广高效运输组织模式。高标准建设航空物流园，积极打造多式融合、灵活高效的货运服务体系。加强再生资源回收与生活垃圾收集、运输相衔接，推进垃圾分类回收与再生资源回收“两网融合”。完善再生资源回收体系，促进再生资源回收利用企业规范发展。推行生产者责任延伸制度，引导电池等产品生产企业开展生态设计、建立全生命周期追溯系统、探索建立逆向物流回收体系。规范报废汽车拆解利用，探索废铅蓄电池收集和转移管理制度。

在消费体系方面，加大政府绿色采购力度，推动市管国有企业建立绿色采购制度。支持绿色电力证书交易，引导全社会提升绿色电力消费。坚决制止餐饮行业的浪费行为。完善生活垃圾分类制度体系，推进生活垃圾分类和减量化、资源化。推动电商平台设立绿色产品销售专区，加强绿色产品集中展示和宣传，挖掘绿色消费需求。开展绿色生活创建行动，广泛宣传推广简约适度、绿色低碳、文明健康的生活理念和生活方式。

在基础设施方面，大力发展风能、太阳能，扩大非化石能源电力装机规模。推动储能技术应用，提升电网消纳、调峰能力。加快厨余垃圾、建筑垃圾、大件垃圾等城镇生活垃圾处理能力建设。推动城镇生活污水收集处理设施“厂网一体化”。将海水淡化水纳入水资源供给体系，建设全国海水淡化示范城市。加强新能源汽车充换电、加氢等配套基础设施建设。将生态环保理念贯穿交通基础设施规划、建设、运营和维护全过程，积极打造绿色公路、绿色港口、绿色空港。加快推进“871”重大生态建设工程，到2025年一级管控区森林（绿化）覆盖率达到25%。实施“百村示范、千村整治”工程和农村全域清洁化工程，建设一批农村人居环境示范村。

在技术创新体系方面，鼓励绿色低碳技术研发，推动储能、氢能、海水淡化关键材料和核心装备、浓盐水综合利用等领域绿色技术创新攻关。以市科技成果展示交易运营中心为核心，构建与国内外技术市场互联互通的技术转移网络。鼓励企业建设科技成果转化中试熟化基地，培育一批绿色技术成果转化示范企业。发挥首台（套）重大技术装备政策引导作用，支持绿色技术应用。

在政策制度体系方面，将完善法规标准政策体系。健全绿色收费价格机制。落实节能节

水环保、资源综合利用等税收优惠政策。支持金融机构开展绿色信贷资产证券化、环境权益抵质押融资等创新性业务。鼓励保险机构创新产品和服务，对环境恢复治理、资源循环利用、污染防治、绿色农业发展等项目提供绿色保险服务。发挥全口径跨境融资宏观审慎管理政策和自由贸易（FT）账户的优势，为相关企业及绿色低碳项目跨境融资提供更加便利化的金融服务。（任效良）

## 霍尼韦尔持续打造低碳建筑数字化解决方案

中国能源报 2022.5.16

本报讯 5月11日，数字工业科技企业霍尼韦尔举办了“携手共创可持续未来——绿色会客厅”线上活动，全面展示了一系列可持续技术创新成果在节能减排、航空交通和低碳建筑等领域的应用。

霍尼韦尔中国总裁余锋在活动上表示：“霍尼韦尔致力于为现代社会的可持续发展提供广泛的工业技术和数字解决方案，公司始终坚信技术创新是通向可持续未来的必由之路。”

其中，在建筑节能领域，作为建筑能耗管理和诊断专家，霍尼韦尔一直致力于从软件、数据和服务三个方面推进物联网技术在智慧建筑领域的应用，针对各类型高耗能的工业、商业及公共基础设施，霍尼韦尔可提供“端到端”的解决方案，从计量、分析、控制和绿色认证四个阶段实现楼宇能碳双控的策略闭环。

据了解，目前，霍尼韦尔面向建筑的低碳节能产品和解决方案已广泛应用于机场、办公楼、工厂、购物中心、医院、商业综合体等多个场景。以瑞安新天地为例，霍尼韦尔为其全国超过20家商业站点提供综合能源管理软件平台，通过数据计量和洞察，减少能源浪费现象和管理漏洞，预期能实现节能8% - 10%，如果叠加的部署先进的冷机群控，预计将进一步节约10% - 15%的能耗。（李慧）

## 碳排放权会有偿分配吗？

生态环境部将研究配额有偿分配相关制度、配额结转处理方式等

中国环境报 2022.5.16

近日，中共江苏省委办公厅印发《关于深化生态保护补偿制度改革的实施意见》，提出配合国家开展碳排放权初始分配，根据国家要求适时引入碳排放权有偿分配。

一时间，有关碳排放权有偿分配的话题再次引起业界关注。

### 配额拍卖优点多，逐步实现急不得

碳排放权配额的分配一般有3种模式：有偿分配、免费分配、混合模式。其中，免费分配是指国家向企业免费分配碳排放额度。有偿分配是指国家从配额总量中预留出部分或全部配额进行拍卖、定价出售（目前主要为拍卖）。

2021年3月30日，生态环境部发布《关于公开征求〈碳排放权交易管理暂行条例（草案修改稿）〉意见的通知》。这一暂行条例草案提出，碳排放配额分配包括免费分配和有偿分配两种方式，初期以免费分配为主，根据国家要求适时引入有偿分配，并逐步扩大有偿分配比例。

全国碳市场目前还处在免费分配阶段。但是，“碳配额有偿分配是大势所趋，是发挥碳市场功能的必然要求，是‘污染者付费’基本原则的体现，能更好地刺激企业进行技术创新。与免费分配相比，配额拍卖具有不少优点：一是价格发现。当大部分配额是通过政府免费分配时，拍卖承担着价格发现和平滑市场的功能，可以更为清晰地显示企业的减排成本和碳排放权的价值，为企业采用清洁能源和低碳技术提了更为明确的激励。二是为低碳技术研发提供资金支持。拍卖收益可以用于支持低碳技术研发，培育低碳产业发展，帮助落后地区推动能源转型。”华中科技大学国家治理研究院副院长孙永平告诉记者，“需要注意的是，引入有偿配额分配是一个逐步实现的过程。”

中国的碳排放配额分配方式与欧盟碳市场相似。

欧盟碳排放交易市场启动于2005年1月1日，是目前全球建立最早、规模最大、覆盖最广的碳市场。

在2013年之前，EU ETS（欧洲碳排放交易体系）主要根据各企业的历史碳排放数据免费给予企业碳排放配额。但这一做法违背“污染者付费”的基本原则，导致长期以来市场交易低迷。

2013年之后，EU ETS规定碳排放强度高的设施依据其产量，将少分配到配额，并逐步提高配额拍卖的比例以强化市场化的价格发现作用。

到2020年，EU ETS约有60%的配额是通过拍卖发放的。其中，发电行业从2013年起几乎完全不分配免费配额。

“我国试点碳市场也有这方面的实践。广东、湖北和北京等地的试点碳市场都探索过有偿分配碳排放权。”孙永平说。

以广东为例，广州碳排放权交易所早在2015年9月21日曾举行过广东省2015年度碳排放配额第一次有偿竞价发放活动，最终以统一成交价16.1元/吨完成全部30万吨2015年度配额的竞拍。成交价高于政策保留价12.84元/吨。

不久前，生态环境部应对气候变化司司长李高在接受《中国环境报》记者采访时表示，生态环境部将推动《碳排放权交易管理暂行条例》尽早出台。研究配额有偿分配相关制度、配额结转处理方式；开展碳排放权交易、用能权交易、电力交易衔接协调的相关研究。

#### **推动配额有偿分配，需进行一些基础性改革**

“如果一家企业每年有2000多万吨的碳排放量，在配额全拍卖情景下，按照目前的碳价，一年需要大约10亿元—11亿元的资金来购买配额。因此，从技术角度讲，引入拍卖并非难事，关键是企业能不能承受由此增加的成本。”孙永平说，“在推动配额有偿分配的过

程中，要先进行一些基础性的改革，比如电价改革。在电价实行国家指导价的情形下，发电企业成本转嫁能力较弱，如果购买配额需要支付的资金太多，很多电力企业将陷入亏损状态。电力行业的碳成本如何向下游转嫁，由全社会用电客户来承担，而不能仅仅由发电企业承担。”

其实，在 2021 年 10 月，我国电价便迎来一次重要改革。

国家发展改革委印发《关于进一步深化燃煤发电上网电价市场化改革的通知》，国家发改委价格司司长万劲松表示，这次改革将有序放开全部燃煤发电电量上网电价。燃煤发电电量原则上全部进入电力市场，通过市场交易在“基准价+上下浮动”范围内形成上网电价。

同时，扩大市场交易电价上下浮动范围。将燃煤发电市场交易价格浮动范围由现行的上浮不超过 10%、下浮原则上不超过 15%，扩大为上下浮动原则上均不超过 20%，高耗能企业市场交易电价不受上浮 20% 限制。

孙永平说：“在电力价格机制没有理顺的情况下，电力行业面临很多问题。政府定价过低，电力企业处于亏损状态，但完全市场化又可能会带来通货膨胀，可谓牵一发而动全身。不久前，《中共中央 国务院关于加快建设全国统一大市场的意见》明确提出，在有效保障能源安全供应的前提下，结合实现碳达峰碳中和目标任务，有序推进全国能源市场建设。因此可以说，全国碳市场配额有偿分配这件事是大势所趋，必须破冰，但在真正落地之前还有很多问题需要先行解决。”孙永平说。

此外，还有哪些事情要做？

“我们需要有明晰的全国碳市场建设路线图，比如明确什么时间引入有偿分配，以及不同时间段有偿分配的比例是多少，让企业对这件事建立起稳定的预期。如果配额从免费分配到有偿分配动作过快，可能会带来市场的波动，从而对经济系统韧性造成冲击。”孙永平介绍。（刘良伟）

## 探索海洋碳汇发展之路

经济日报 2022.5.22

“扑通”一声，带着装满鳗草幼苗的托盘，潜水员潜入位于山东省威海市荣成的桑沟湾海底，将幼苗一棵一棵种下，后续定期记录、观察它们的生长状况。通过水下摄像实时视频可以看到，海底深处在由石头、废旧渔船、水泥桩构筑的海底生态系统中，绿色海藻附着其上。

费尽周折地“海底种草”，其因何在？原来，除了茂密的森林，浩瀚的海洋居然也可以“吃掉”很多碳。海洋作为全球气候系统中的一个重要部分，固碳效果十分显著，对全球环境和气候有巨大调节作用。

碳汇，是指通过植树造林、植被恢复等措施，吸收大气中的二氧化碳，从而减少温室气体在大气中浓度的过程、活动或机制。2009 年联合国发布了《蓝碳：健康海洋固碳作用的



评估报告》，海洋作为一个特定载体吸收大气中的二氧化碳，并将其固化的过程和机制就是海洋碳汇（又称蓝碳）。在我国，渔业碳汇潜力不可忽视，科学研究已证明，通过微生物作用，非投饵型贝藻养殖有助于海水中碳元素捕获固定封存。

近年来，山东威海市充分发挥得天独厚的“碳库”资源优势，在全国率先出台《蓝碳经济发展行动方案》，从科研攻关、机制探索、价值实现等方面着手，全力打造海洋碳汇研究、供给体系、生态经济三大体系，全面搭建海洋碳汇发展的基础架构。

### “双核”优势助力

“海底种草对提升海滨生态系统的碳汇能力可以起到重要作用。简单说，海底种的海草越多，就将有更多的碳在海底实现‘安眠’。”中国水产科学研究院黄海水产研究所博士房景辉说，作为海洋碳汇重要的组成部分，海草床的固碳能力已得到全球认可。藻类通过光合作用将产生的氧供给鱼类、贝类，而海洋动物排出的碳再回送给藻类用于光合作用，从而达到生态平衡。更令人称道的是，它们在生长过程中，还能“吃掉”空气中的碳，“吐出”颗粒有机碳，在微生物作用下，变成惰性碳，由此也就完成了固碳的过程。

有研究表明，人类排放的三分之一二氧化碳是被海洋所吸收的，海洋是地球上最大的碳库和碳汇。中国科学院院士、厦门大学教授焦念志发现，海洋微生物能够将活性溶解有机碳转化为惰性溶解有机碳，使得有机碳长期储存。他提出的“微型生物碳泵”理论认为，把活性有机碳转化为惰性有机碳从而使碳长期保存在海洋里，正是“微型生物碳泵”的储碳作用。

同时，中国工程院院士唐启升也把海洋作为一个吸收大气中二氧化碳的特定载体。他通过研究发现，近海的藻类、贝类等海洋生物通过光合作用、贝壳钙化和促进有机碳沉降等方式，可以吸收并固定二氧化碳。他提出了碳汇渔业理论，碳汇渔业是指通过渔业生产活动促进水生生物吸收水体中的二氧化碳，并通过收获把这些已经转化为生物产品的碳移出水体的过程和机制。

如今，唐启升院士设立的海草床生态系统碳汇观测站、山东省海洋负排放焦念志院士工作站两大高端平台相继落地威海，使威海蓝碳研究建立起“双核”优势。两个院士工作站在不同的研究方向上共同发力，成为威海蓝碳最宝贵的科研财富。近年来，随着一系列研究中心、创新中心、试验站等接连在威海落地，威海成为国内最早开展海洋碳汇研究、研究团队最多的地区之一，走出了一条独具特色的海洋碳汇的威海“碳”索之路。

### 探索未知领域

谁说盐碱荒滩上“寸草不生”？驱车行驶在威海海岸带上，排排柽柳郁郁葱葱。威海市蓝色经济研究院用4年时间，先后选育出了碱蓬、柽柳、藜麦、狗牙根、月见草等20多个适合盐碱地生长的新品种。如今，最早一批种植的柽柳平均树高达3米，最高的一株已长至5米。

在全球，海草床、红树林、盐沼这三大海岸带生态系统虽然面积不到海床的0.5%，其

碳储量却达到海洋碳储量的 50% 以上。在 3 种海洋碳汇生态系统中，除红树林外，海草床和盐沼湿地在威海都有广泛分布。

近日，山东省首个海洋牧场“零碳”智慧用能示范区在威海建成投运，预计每年可减少煤炭消耗 1 万吨，降低二氧化碳排放 100 吨以上。近年来，威海市不断加大海洋生态修复工作力度，坚持保护与生态整治并举，坚持问题导向、注重科学修复，实施了“蓝色海湾”“南红北柳”“生态岛礁”等 51 个修复整治项目，修复沙滩 100 万平方米、湿地 1.2 万多亩，恢复植被 40.9 万平方米、投放藻礁 2 万立方米，修复受损岸线超过 100 公里、年固碳量近千吨。

5 月 12 日，随着马达声响起，缆绳解开，两艘船向着威海海域的深处进发，接着只见船上人员向海中投放着成片的碱性矿物质……前不久，焦念志院士工作站“海洋负排放大科学计划海水碱性矿物固碳试验”项目在威海正式启动，该项目通过研究在海水中添加碱性矿物，以提升海水微生物对二氧化碳的捕获和封存能力。“我们现在正在进行小范围海域和海洋水环境模拟池试验，获取基础数据，如果可行的话，将推广到更大海域，在更大范围内实现近岸海域海洋碳汇能力提升。”威海市蓝色经济研究院院长赵明波说。

在威海市桑沟湾海域，唐启升院士团队形成了藻、参、贝、鱼立体化的多营养层综合健康养殖模式，被联合国开发计划署等机构推广。同时，渔业碳汇方法学、滨海盐沼湿地碳汇方法学、海洋牧场碳汇方法学等系列方法学，为推动海洋生态资源生态价值向经济价值的转变奠定了基础；海草床修复纳入全国海洋碳汇能力评估试点；全国首个《蓝碳经济发展行动方案》在威海发布，威海正在争创渔业碳汇示范区，打造全国渔业碳汇工作样板。

### 向着“有价”冲刺

“大天鹅是‘挑剔’的，只有一个区域真正展现出生态善意，它们才会呼朋唤友，翩翩而至。这几年，大天鹅的活动范围从偏僻的烟墩角等地，扩展到了威海市区，这是大天鹅给我们生态修复打的高分。”长期跟踪拍摄大天鹅的摄影爱好者马世民说。

得益于海草在威海桑沟湾、天鹅湖、东楮岛等海域不断蔓延，2500 亩海草床得到了持续修复，还吸引来了万里之外的大天鹅。原来，海草不仅可以提升固碳能力，还是大天鹅越冬栖息的主要食物。因此，到威海越冬的大天鹅总数逐年增多、种类日益丰富。

与大天鹅一起来的，还有国内外摄影、绘画、科普等游客。数据显示，威海市“天鹅经济”年旅游收入超过 2 亿元。

当然，威海打开绿水青山到金山银山的转化通道，路子还有很多。

2000 万元！日前，威海长青海洋科技股份有限公司拿到了国内第一笔“渔业碳汇贷”，质押物是 42.5 万吨碳排放权。由此，蓝碳从“无价”变“有价”，在威海迈出了第一步。

在碳达峰、碳中和目标下，看不见、摸不着的“蓝碳”“绿碳”在威海都能变成“真金白银”。近日，威海奥孚苗木繁育有限公司同样收到了来自银行发放的 2500 万元“林业碳汇贷款”。

碳汇交易不仅可以实现生态效益，还可以创造经济效益。而对海洋生物碳收支、碳循环的计量，涉及多种基础科学，如何计算一定海区内海带、贝类等渔业碳汇的储量？威海市委书记张海波表示，在海洋碳汇方面威海先行先试，并取得了不少成绩。但是想要入局碳交易市场，却面临着无规则、无认证的“瓶颈”，这迫切需要开发碳汇方法学，只有这样才可以将碳汇量进行计算，纳入到碳交易体系中。

目前，威海正全力加快建设海洋碳汇交易平台建设。同时，山东省海洋负排放院士工作站已经在桑沟湾养殖海域完成碳汇摸底调查首航，围隔海上实验平台也已在威海万亩海带养殖码头下水。两项活动，目的一致——为海洋碳汇实验提供数据基础，最终实现碳汇交易。下一步，威海市蓝色经济研究院的科研人员将配合院士工作站建设，联合山东大学海洋研究院等科研院所，继续加强海洋负排放领域理论研究和实践探索，开发不同类型的海洋负排放技术。

“目前，我国尚未对海洋碳汇核算系统理论方法进行备案，没有将海洋碳汇资源与陆地碳汇资源统筹纳入排放交易体系，实现碳汇资源资本化进程受阻。”在威海市海洋发展研究院副院长王吉明看来，海洋碳汇交易涉及科技、产业、资本、管理等诸多领域，在方法学备案、市场交易等方面缺乏标准，工作推进受到很大限制。他认为，开展海洋碳汇交易，必须有可以交易的产品，所交易的产品能够通过科学规范的标准和程序进行合理定价。“比如，在理论上，非投饵型海水养殖具有碳汇功能，但不同品种、不同海域、不同养殖方式和不同时间周期内，能够形成多少碳汇量，必须制订一套科学、规范、严谨的标准体系。”王吉明说。（王金虎）

## 高效变压器竞速“双碳”赛道

中国电力报科技装备 2022.5.19

“双碳”目标给装备制造业快速发展带来了难得机遇，以新能源为主体的新型电力系统建设加快进程，配网设备效能提升全面铺开，高效能变压器迎来一个持续、稳定的发展时期。

高效能配电变压器即空载、负载损耗较低，节能效果较为显著的变压器产品。2021年6月1日，《电力变压器能效限定值及能效等级》正式实施，该标准重新规定了1级能效变压器、2级能效变压器、3级能效变压器的空载损耗、负载损耗及短路阻抗的技术指标。与原标准相比，新标准中各类变压器损耗指标下降约10%~45%不等，已优于欧盟、美国相关标准要求。

伴随着能源转型，新旧动能转换，用户不断追求产品的可靠性、节能水平，以达到节省成本、提高经济效益的目的，大力发展节能型、智能化的高效能配电变压器产品已成为一种趋势。山东电工所属智能电气有限公司（以下简称“智能电气”）成功研发新能效干式变压器、油浸变压器。

新一级能效干式变压器采用高导磁优质取向硅钢片，铁心采用“大铁轭小芯柱”结构，高压线圈无气道，一体浇注成型，进一步降低模具成本，提高生产效率，是目前最高能效等级的干式变压器。该产品具有低损耗、低局放、低噪音、抗短路能力强、绿色环保、免维护等优点，适用于城镇居民小区、高层建筑、数据中心的配电房等场所。

新一级能效油浸变压器采用高磁感的优质硅钢片及非晶合金铁心，降低产品噪声。进一步优化设计和生产工艺，使结构稳定，增强产品抗短路能力。油箱采用全密封结构，箱盖采用螺栓连接或全焊死结构，隔绝变压器油与空气的接触，绝缘不会受潮，降低老化速度，提高使用寿命。该产品是目前最高能效等级的油浸式配电变压器。产品具有低损耗、低噪音、抗短路能力强等优点，适用于 10 千伏输配电系统，能够应用于箱变、配电房、大型工厂、站用变等多种场所，尤其适用于对噪音、节能效果要求高的区域，可应用范围广，市场前景广阔。

智能电气研发的新一级能效干式变压器、新一级能效油浸变压器获 2021 年电力行业节能技术装备及“能效之星”称号。经中国电力企业联合会鉴定，双分裂干变、一级能效干变达到国际先进水平，一级能效油变达到国内先进水平。下一步，智能电气将持续推进高效能产品优质履约，在建设国际一流的电力装备制造制造商和系统服务商新征程中扛红旗、走在前、争第一。（于海江 万玉婷）

## 为实现“双碳”目标贡献核力量 ——“十四五”能源领域科技创新规划解读之十二

中国电力报 2022.5.21

核能发展对保障安全，实现“双碳”目标具有重大意义。国家能源局、科学技术部编制的《“十四五”能源领域科技创新规划》体现了科技引领、创新驱动、自立自强的精神，为贯彻“在确保安全的前提下，积极有序发展核电”的方针提供科技支持。

### 一、安全高效核能技术

我国核电技术与国际核电大国同处国际先进行列，我国核电总装机容量全球第二，在建机组数量全球第一，但核电占比尚只有个位数，发展空间宽阔，核电科技研发需求十分巨大。我国将继续大力发展核电，同时在核能综合利用，进一步提高安全性、经济性和技术水平上开展科研和技术创新。

核能综合利用。十部委联合发布的《北方地区冬季清洁取暖规划（2017~2021）》将核能纳入了清洁取暖能源之一。目前我国城镇集中供热燃煤热电联产占 48%，燃煤锅炉占 33%，清洁热源不超过 4%；清洁供热、低碳发展要求取缔散煤燃烧和小锅炉、压减大型燃煤锅炉已经成为能源结构转型的大趋势，核电站热电联供具有重要的意义。

核电站海水淡化。利用二回路低压缸抽汽经换热生成 120 摄氏度至 100 摄氏度热水（中间介质），以热水为动力，采用低温闪蒸技术，通过多效蒸馏、多级闪蒸两套独立的海水淡

化装置，生产 95 摄氏度热淡水 8 吨/小时，耗电量 1.5 千瓦时/吨淡水，热效率 82%。所生产的热淡水可为居民供热，同时为缺水地区提供淡水。

耐事故燃料开发。由于放射性物质主要保存在燃料元件内部，要“从设计上实际消除大量放射性物质释放”，最佳选择是将事故序列中止在燃料元件破损之前。现有的三代核电主要在安全系统的改进上提升核电站的安全性，核电燃料发展新概念——耐事故燃料，提供更长的事故应对时间、缓解事故后果，在尽量不降低经济性的前提下提高电站安全性，主要表现在降低堆芯（燃料）熔化的风险，缓解或消除锆水反应导致的氢爆风险，提高事故下裂变产物的包容能力，进而从根本上提升核电站的安全性，简化核电站的系统，提高核燃料的燃耗，降低核燃料的费用，提高核电站的可利用率，有利于进一步提高核电的经济性。

人工智能在核电站应用——智慧核电建设。落实新一代人工智能在核能行业发展，需深入并广泛应用以工业机器人、图像识别、深度自学习系统、自适应控制、自主操纵、人机混合智能、虚拟现实智能建模等为代表的新型人工智能技术。

人工智能应用将提高核电运行安全性，例如“数字孪生”（Digital Twin），就是将实体对象以数字化方式在虚拟空间“复制”，模拟其在现实环境中的运行轨迹。利用数字孪生技术，可以对实体核电站和孪生核电站的数据进行交换分析，促进核电站的运行管理和监测，指导操作员操作和事故处理，确保反应堆运行安全。

## 二、模块化小型反应堆技术

模块化小型反应堆（以下简称“SMR”），可以满足更广泛用户和应用灵活的发电需求，包括取代退役的化石发电厂，为发展中国家或偏远地区和离网地区提供小型电力的热电联产以及实现混合核能/可再生能源系统。以下给出我国正在开发的各类小型堆：

多功能模块化小堆。ACP100 是由中国核工业集团公司开发的模块化压水堆设计。ACP100 基于现有的压水堆技术，采用非能动安全系统，通过自然对流冷却反应堆。ACP100 将反应堆冷却剂系统（RCS）主要部件安装在反应堆压力容器（RPV）内。ACP100 是一种多用途动力反应堆，设计用于发电、供热、蒸汽生产或海水淡化，适用于能源或工业基础设施有限的偏远地区。

浮动核电站。海上浮动核电站是将小型核反应堆和船舶结合，使核电移动化。一般采用小型核反应堆，安全性高。浮动核电站可为海洋平台提供能源，包括：电力、蒸汽、热源，并可进行海水淡化，以供给海上平台淡水等，为海洋开发提供支持。浮动核电站还可为孤立海岛、封闭海湾提供电力和能源。

移动核电站的开发。移动核反应堆将建成 100 千瓦和 0.1 万千瓦两种，该电站可以在公路、铁路、海上或空中安全快速移动，并能快速设置和关闭，以支持沙漠地区、边远地区、无人区的各种任务。

泳池式低温供热堆。池式低温供热堆系统简单，主要包括反应堆系统、一回路系统、二回路系统、余热冷却系统、换料及乏燃料贮存系统、辅助工艺系统。热量经两次热交换后进

入热网，确保放射性物质不进入热网。泳池式低温供热堆固有安全性好，泳池热容量大，即使不采取任何余热冷却手段，1800 多吨的池水可确保堆芯不会裸露，即使没有任何干预，也可实现 26 天堆芯不熔毁；抗外部事件能力强，水池全部埋入地下，避免因自然原因及人为原因造成重要设备损坏而发生核事故；易退役，放射性源项小，仅为常规核电站的百分之一，系统简单且退役时间短。

### 三、新一代核电技术

核能的广泛利用必然要考虑到核资源的优化和充分利用。十五年前，第四代核能系统国际论坛（以下简称“GIF”）发起了有关未来核能系统的联合研究。中、法、韩、日、俄、美、欧盟之间由此展开了积极合作。GIF 提出了六大领域的技术目标和相关评估指标：可持续性、经济性、安全与可靠性、废物最小化、防扩散和实体保护。六类最有前景的核系统被选中，其中两类为气体（氦）冷却反应堆，另两类是液态金属（钠、铅合金）冷却堆，还有一类超临界水冷堆，最后一类是熔盐冷却堆。

钠冷快堆。在这些被选中的反应堆系统中，几乎所有的 GIF 合作国都认为使用 MOX 燃料的先进钠冷快堆（以下简称“SFR”）在本世纪投入商用的可能性最大。我国已建成钠冷快中子实验堆，正在建设 CFR600 钠冷快中子示范核电站。CFR600 将设计为采用 MOX 燃料的池式快堆；其热功率为 15 万千瓦，电功率为 6 万千瓦；一回路中有两个环路，中间回路的每个环路有 8 个模块化蒸汽发生器；三回路是安装了一个汽轮机的典型水蒸汽系统；蒸汽的参数为 14 兆帕、480 摄氏度；反应性控制由两套停堆系统、一套独立补充停堆系统实现；一套非能动余热导出系统与热池相连；CFR600 将在 2025 年以前建成。CFR600 的目的是示范燃料闭路循环，为大型钠冷快堆的设计奠定技术基础，制定标准和规范。

开发快堆的主要目的是增殖核燃料，使铀 238 裂变或将其高效地嬗变成钚 239，缓解天然铀资源可能的短缺。钠冷快堆燃料具有更高的燃耗，使其在堆中停留的时间达到热堆中的两倍，也降低了乏燃料中次锕系核素的含量；钠冷快堆还可设计用来嬗变长寿命核素，以及镅等超铀元素。

高温超高温气冷堆。我国于 20 世纪 70 年代中期开始研发高温气冷堆，HTR-10 高温气冷堆实验堆于 20 世纪 90 年代建成。作为国家科技重大专项的 20 万千瓦 HTR-PM 示范核电站已进入装料调试。HTR-PM 示范电站由两个球床反应堆模块组成，外加一个 21 万千瓦的汽轮机组。反应堆堆芯入口/出口的氦气温度分别为 250/750 摄氏度，蒸汽发生器出口的蒸汽参数为 13.25 兆帕/567 摄氏度。2005 年，一条原型燃料元件生产线在清华大学核研院建成，每年可生产 10 万个燃料元件。此后，一个具备年产 30 万个燃料元件产能的燃料元件厂在我国北方的包头建成。

钍基熔盐堆。钍基熔盐堆核能系统以锂、铍、钠、锆等的氟化盐与溶解的铀、钍、钍等的氟化物熔融混合后作燃料，在 600 摄氏度至 700 摄氏度的高温低压下运行，其中氟化锂、氟化钠、氟化铍和氟化锆为载体盐，四氟化铀（铀 235 或 233）和三氟化钍为裂变材料，四

氟化钍和四氟化铀（铀 238）为增殖燃料，吸收中子后产生新的裂变材料铀 233 和钷。熔盐堆使用低能量的热中子进行裂变反应。熔盐堆的结构材料（设备和管道）采用抗高温抗腐蚀的镍基合金——哈斯特镍基合金 - N 来制造。熔盐将堆芯核裂变反应所产生的热量通过中间回路将其传送到热电转换系统。

铅冷快堆。铅或铅合金中子吸收和慢化能力弱，反应堆中子经济性好，使其具有更高的核废物嬗变和核燃料增殖能力。铅基材料熔点低沸点高，反应堆可以在低压运行并获得高出口温度，避免高压系统带来的冷却剂系统丧失问题，同时可实现高热电转化效率。铅基材料化学稳定性高，与空气和水反应弱，可避免起火或爆炸等安全问题；氧控技术的研究和开发，可稳定控制高温液态铅铋合金的腐蚀性能。铅基材料的载热和自然循环能力强，可依靠自然循环排出余热，大大提高了反应堆的非能动安全性。铅冷快堆比功率高，稳定性好，是核动力和移动式反应堆的可行的选择。

#### 四、乏燃料后处理及放射性废物处理与处置

要实现核燃料的增殖和循环利用必须开展乏燃料的后处理，首先是压水堆乏燃料的后处理，我国已建成并投运了乏燃料后处理中间试验厂，正在建设示范工程，有关后处理技术的各项科研试验正在进行。

放射性废物的安全管理是发展核电必须解决的一个关键问题，要做到合理可行尽量低，尽量降低放射性废物对环境的排放，需要开展大量的科研试验，比如等离子熔融和蒸汽重整等技术。处置最终的长寿命放射性废物需要克服许多重大障碍，深地质处置库是处置此类放射性废物的公认方法。（叶奇蓁）

### 6 分钟充电 60%

## 新材料突破锂离子电池瓶颈

中国科学报 2022.5.26

为缩短电动汽车充电时间，科学家一直在积极寻找新方案。

近日，中国科学技术大学俞书宏院士团队与姚宏斌、倪勇教授团队合作，以解决锂离子电池高能量密度与快充性能之间的矛盾为目标，提出并制备出一种新型双梯度石墨负极材料，实现锂离子电池在 6 分钟内充电 60%。相关成果近日发表于《科学进展》。

#### 高能量密度与快充性能难以兼得

当前，锂离子电池驱动的电动汽车因节能、环保等优点受到人们的青睐。然而，电动汽车的充电时间远长于传统燃油汽车的加油时间，大大降低了用户体验的好感度。

“这主要是因为锂离子电池中石墨负极较差的倍率性能，限制了电动汽车的快速充电能力。”论文共同第一作者、中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心特任副研究员卢磊磊向《中国科学报》解释道。

能量密度、功率密度是评价电池系统的两个重要参数。能量密度决定着单位质量/体积

下可以储存的能量大小，功率密度则决定着电池充放的倍率。理想状态下，这两项参数越高，锂离子电池性能越好。然而，高能量密度与快充性能是一对矛盾，是一个“此消彼长”的过程。

“高能量密度通常意味着电池单体活性物质载量比较高，电极比较厚，从而具有较长的锂离子传输路径，限制充放电倍率。”卢磊磊说。为提高石墨负极的倍率性能，传统策略通常是将石墨电极做到多孔或变薄。“但是，这些方法往往会‘牺牲’电池的能量密度。”

有没有一种使高能量密度与快充性能“鱼与熊掌兼得”的解决方案？俞书宏团队决定从电极结构设计入手。

### 给石墨颗粒“排队”加快充电速度

研究团队首先构建了一种新型粒子级理论模型，用于同时优化电极结构中粒度分布和电极孔隙率分布两个参数，提高石墨负极的快充性能。

传统的二维模型通常将颗粒简化为均质球形并使孔隙均匀分布。事实上，石墨颗粒大小不一、形状不同，通常以相当随机的顺序排列。同时孔的形状和大小也非均匀分布。

而新型粒子级理论模型是基于真实的石墨颗粒构建出的三维模型，与现实的电极结构很接近。

在粒子级理论模型中，研究人员按照石墨颗粒的大小顺序使其重新“排队”，同时调整电极孔隙率大小分布。越接近电池顶部，石墨颗粒越小，孔隙率越高；越接近底部，石墨颗粒越大，孔隙率越低。

研究人员将这种结构称为双梯度电极。模拟计算结果表明，在大电流密度充电条件下，这种新结构相对于传统的随机均质电极以及单梯度电极，展现出了优异的快充性能。

理想的结构模型已找到，接下来就是如何在电极中实现。

传统的电极制备方法中，浆料黏度很高，制备的石墨浆料稳定，不易发生沉降，因此制备出的电极（包括石墨颗粒大小和孔隙率大小）通常都是均匀分布。卢磊磊说，“就像速溶奶粉，取任何一部分都是均质的。”

如何构筑一种“异质”结构？研究团队开发了一种低黏度无聚合物黏结剂浆料自组装技术，混合铜包覆的石墨负极颗粒以及铜纳米线于乙醇溶液中制成浆料，利用不同尺寸石墨颗粒在浆料中沉降速度的差异性，成功构建出模拟计算优化的双梯度结构，得到电极。

研究人员发现，基于这种新型双梯度石墨负极材料制备出的锂离子电池在6分钟内从零充电到60%，在12分钟内从零充电到80%，同时保持高能量密度。

“通常评价电池快充性能都是考量充电到60%或者80%容量的时间。”卢磊磊说，电动汽车制造商通常建议将车辆充电至80%，以保持电池寿命。

### 6分钟快充技术离产业化有多远？

谈到这项研究的最大亮点，卢磊磊表示，该研究“完成了假设、理论模型建立到实验再验证的过程，为克服锂离子电池高能量密度和快充性能之间的矛盾提供了新思路”。



但卢磊磊坦言，目前实验室的制备方法很难实现大规模生产，双梯度结构的设计很难保持电极的一致性。“距离产业化还有一定距离。”

“目前，团队正逐步解决这些问题。希望有朝一日这种更高效的电池可以为电动汽车提供动力。”卢磊磊说。

“这种电极结构设计为解决快充难题提供了新思路，建议在大电池中应用以进一步评价其性能。”一位审稿人如是说。（王敏）

## 能源安全“优先级”提高全球降碳节奏悄然生变

中国能源报 2022.5.30

俄乌冲突引发的连锁反应再次凸显了传统意义上的能源安全的重要性，即能源供应必须时刻大于需求，其“优先级”大有超越近年来如火如荼的能源转型之势。这一现象在“当事者”欧洲身上表现得尤为明显。

一直以来，欧洲在践行绿色转型和应对气候变化方面表现得极为积极。2020年，欧盟提出了“2030年温室气体减排55%、2050年实现碳中和”的宏伟目标。然而，俄乌冲突导致的能源危机，让欧洲许多国家不仅重拾已被抛弃的核电，甚至开始重新“拥抱”煤电。

欧盟早前公布的“绿色能源法案”，将天然气和核能一并列为“绿色能源”，一度引发了巨大争议。目前，捷克、法国、波兰、英国都在寻求新建核反应堆。在此之前，历来重视发展核电的俄罗斯自带强大的融资能力，一直是欧洲核电市场强有力的竞争者。值得一提的是，随着俄乌冲突的爆发，与莫斯科的一切商业交往都成了欧盟国家的“禁忌”，这使得美国的核电技术在欧洲有了想象空间。

与此同时，德国率先宣布将建立战略煤炭储备，意大利、法国、波兰和西班牙也相继表示将延缓煤电的退出，英国则更进一步，开始考虑新建燃煤电厂。欧盟委员会第一副主席蒂默曼斯甚至公开表示，欧盟各国在转向可再生能源之前，“可以在煤炭上停留更长时间”。放在俄乌冲突爆发前，类似的表态和行动出现在欧洲是不可想象的。

事实上，欧洲用能高碳化、碳排放量不降反升的苗头早已有之。据研究机构雷斯塔能源公布的数据，2021年，欧洲燃煤发电量同比增长18%，中断了自2012年以来的下降趋势。

对此，董秀成认为，当前形势下，欧洲国家为摆脱对俄能源依赖，不得已重启煤电，不利于全球能源转型和碳中和进程，属于一种无奈选择。但从总体趋势看，全球应对气候变化和加快能源转型是不可逆的大势，欧洲也不会“改弦更张”。

事实上，欧盟委员会已经将2030年可再生能源占比目标提升至45%，部分欧盟国家的可再生能源发展计划更为激进，其中，德国内阁已经通过了一揽子法案，计划将陆上风电和光伏发电能力提高约3倍，到2035年可再生能源占比达到100%，比德国此前制定的“100%实现绿电供应”计划时间整整提前了5年。奥地利、比利时、立陶宛、卢森堡和西班牙也联合建议欧盟，到2030年至少增加10亿千瓦光伏发电装机，到本世纪末建设至少

7000 万个太阳能屋顶。

然而，知易行难，欧洲的可再生能源“雄心”将面临重重考验，能否如期借力可再生能源实现能源独立还需打一个大大的问号。

“欧洲制定的可再生能源发展规划相当激进，实施起来存在不小的困难，并且需要较长时间。因为目前可再生能源发电还不稳定，而且化石能源在全球能源消费中的占比仍高达84%，煤炭消费量近年来也呈上升趋势。在大规模储能技术取得突破前，化石能源仍将是能源供应的主力。”王能全分析指出。

但也有观点认为，欧洲遭遇的能源危机会加速其能源转型进程，例如欧盟成员国意大利，在俄乌冲突后迅速批准了总装机超过40万千瓦的6座风电场。“欧洲国家制定的清洁能源发展计划，具有很强的目标和导向意义，未来会吸引更多资金投向低碳清洁能源，推动清洁低碳技术的进步与发展，尤其是有助于储能技术的突破。”国家发改委价格监测中心高级经济师刘满平认为，“欧洲部分国家有能力实现自己制定的可再生能源发展计划。”

另有专家认为，经此一“役”，放眼全球，碳减排进程或将生变。

“短期内，欧洲重启煤电无疑是对全球‘双碳’进程的偏离。长期看，欧洲发展可再生能源的措施确实会促进欧洲碳减排。但经过此次冲突的‘洗礼’，遭受西方国家一系列制裁的俄罗斯也可能选择偏离现有规则和秩序，不再认可欧盟构建的‘碳秩序’，其以后的降碳行动存在很大不确定性。这意味着，全球能源转型和碳减排都将面临更大挑战。”刘贵洲指出。

## 服务“双碳”战略 推动绿色发展

### ——院士专家共议“双碳”目标与自然资源管理

中国自然资源报 2022.5.25

#### 探案多条路径、实现能源绿色转型

中国工程院院士、西安理工大学西北旱区生态水利国家重点实验室主任邓铭江作了“双碳”目标下新疆能源系统绿色转型路径的主题报告，新疆是我国最重要的资源宝库和能源基地之一。如何在“双碳”目标引领下，实现能源系统的绿色转型，事关国家能源安全。报告在系统总结新疆主要能源的储量及分布的基础上，分析能源转型面临的主要问题，提出了能源绿色转型路径及相关对策和建议。

邓铭江指出，新疆能源转型面临的主要问题包括：化石能源占比超过85%，碳减排任务异常艰巨；“弃风、弃光”问题严峻，弃电率高于全国平均水平。实现新疆能源系统的绿色转型，必须控制煤炭消费增长，加快“水—风—光—储”一体化清洁能源基地建设，扩大电力对外输送通道，推进“电气化新疆”进程，发展大规模储能新技术等。对此，邓铭江提出，一是加大水、风、光清洁能源开发力度，逐步降低火电占比。新疆地域辽阔，风能、太阳能资源十分丰富，具有大规模开发风、光新能源的优越条件。二是严格合理控制煤

炭消费增长，坚持走煤炭清洁高效利用之路。我国化石能源资源禀赋“富煤、贫油、少气”，在现有的技术水平下，仅依靠风、光、水等清洁能源难以满足巨大的能源需求。在未来相当长的一段时期内，煤炭依然是我国能源系统中的主力军。据预测，2035年煤炭占我国能源消费比例还将超过40%。在“双碳”目标下，科学、高效地利用煤炭至关重要。三是加快“水—风—光—储”一体化清洁能源基地建设，推进多能互补运行管理。四是扩大疆电外送通道，增加清洁电力对外供给能力。通过加大清洁能源向我国中东部和国外输送，既可解决本地清洁能源过剩问题，还能作为新疆经济新增长点，促进新疆经济由“依赖化石能源”向“依赖清洁能源”方向发展，从而实现碳减排。五是推进“电气化新疆”进程，提高本地电力消纳水平。“电气化新疆”是在终端能源消费环节，使用电能替代煤、油、气的能源消费方式。例如，农业是新疆GDP主要增长点之一，加大该领域电气化建设，不仅可以减少煤电消耗间接减排，还可通过增加作物产量直接固碳。六是发展碳捕集、利用与封存（CCUS）技术，缓解高比例化石能源体系与碳减排需求的矛盾。七是探索储能新方式，增加电力系统灵活性。抽水蓄能作为机械储能的一种，是目前公认的最成熟、最可靠、最清洁、最经济的储能手段，在调峰调频、削峰填谷、事故备用和黑启动等方面具有很大的优势。

#### **守住资源、生态、空间边界，提供系统解决方案**

中国自然资源学会执行秘书长沈镛研究员在研讨会上提出，应加强中长期自然资源供需与碳中和目标预警分析模拟研究。建立碳中和指标体系与动态优化模型，按照2030、2040、2050、2060年四个时间节点，测算我国自然资源需求总量及各行业需求，提出全国自然资源供应总量规模，明确资源流向，提出减碳技术清单。开展我国战略性资源安全风险预警评估全面分析战略性资源安全重大风险因素，识别关键风险因素，开发设计仿真模型和决策支持系统，实现可视化表达，提出近、中、长期降低战略性资源安全风险的建议和措施。

沈镛表示，中国要实现“双碳”战略目标，大宗战略性能源及矿产资源是“压舱石”，保护生态环境和保障经济发展同等重要，需要统筹各种自然资源的合理利用与国土空间生态保护实现碳中和的重点在能源转型，关键在资源效率。守住资源利用与生态保护的边界，是未来实现碳中和以及自然资源管理现代化的首要任务。自然资源与生态系统、国土空间之间边界与底线各不相同，需要科学界定。资源、生态、国土空间规划等自然资源管理工作思路需要转变，“城市发展要坚持以水定城、以水定地、以水定人、以水定产”的原则，这也是“资源—人口—地区”和谐发展的最根本原则。自然资源管理需要系统的科学解决方案，需要从重点，提高资源的经济价值向经济价值、生态价值和社会价值共同提升转变；需要系统管理和落地示范。保障我国自然资源安全需从战略研究模拟预警—动态评估—方法创新—应用示范进行自上而下的顶层设计和自下而上的实践创新。

沈镛提出了目前亟待研究的重大科学问题：碳中和的自然资源利用技术经济动态评价与预警；太阳能与风能开发对自然资源安全的影响与调控；关键性能源矿产资源利用与新能源

技术进步的关联关系；林草、湿地、土地利用和碳封存实现增汇的潜力与实施路径；山水林田湖草沙冰与自然资源系统治理模式研究等。

### **发展环境产品贸易，推进“双碳”目标落实**

环境产品是指用于测量、防治、控制、缓解和修复各类环境问题的产品。世界贸易组织2001年多哈回合贸易谈判将环境产品单列，试图通过减少关税与非关税贸易壁垒推动环境产品贸易自由化，扩大环境技术的传播范围，鼓励各国家和地区积极发展环保产业，提升发展中国家和地区应对气候变化、改善环境问题的能力。

自此，环境产品贸易自由化成为全球协调贸易与环境关系的新增长点，也为应对全球气候与环境变化的国际合作提供了新抓手。

北京大学城市与环境学院院长贺灿飞在题为《中国环境产品对外贸易与碳减排》的报告中介绍，环境产品一方面能够创造环境效益，推动发展绿色技术，减少资源消耗；另一方面能够创造经济收益，有利于推动贸易国环保产业发展，拉动经济发展的同时提升环境绩效，为发展绿色经济提供助力。

贺灿飞谈到，中国自2010年成为全球环境产品贸易大国以来，贸易总量和增速均处于全球前列。碳达峰、碳中和目标的提出对于传统产业的转型提出了更高要求，但也为新兴产业的发展创造了机遇。

如何让快速增长的环境产品贸易助力落实碳达峰、碳中和目标？贺灿飞认为，中国环境产品贸易的发展主要通过促进能源效率的碳减排效应、抑制经济增长的硬排放效应，从而作用于碳减排。中国环境产品的对外贸易逐渐兴起并快速发展，尤其是在可再生能源设备等领域具有贸易竞争优势，对于落实“双碳”目标具有促进作用。

“落实‘双碳’目标，中国环境产品贸易仍有较大探索空间。”贺灿飞建议，一是要积极探索“双循环”体系下的环境产业发展；二是积极探索环境产品贸易结构的多元化；三是积极参与环境产品贸易自由化相关的国际规则制定与多边谈判，警惕各类“绿色贸易壁垒”。

### **食物系统减排，助力耕地“进出平衡”**

自然资源部碳中和与国土空间优化重点实验室主任、南京大学地理与海洋科学学院教授黄贤金作了题为《中国食物系统碳排放与耕地进出平衡》的报告。

黄贤金介绍，食物系统的碳排放占全球碳排放总量的1/3，其中71%来自于农业生产和土地利用排放，另外还有近30%来自于食物供应链，如零售、交通、消费、加工、包装以及废物管理等。

黄贤金谈到，如果不通过食物系统减排将难以实现把全球升温控制在1.5℃以内的目标。

从总体来讲，我国高碳型食物消费的增长非常快，尤其是水产品、蛋类、奶类、肉禽等的消费量，同时食物供应链迅速发展，由此增加了食物供应过程中相应的碳排放。经过测

算，食物碳排放占我国温室气体碳排放总量的 12%。

基于以上认知，黄贤金建议，一是以耕地保有为核心，优化农地格局，以低碳为导向探索复种、间种等绿色生产方式。二是从耕地进出平衡机制的角度，构建城市可持续食物系统保障体系，例如建立与畜牧生产空间邻近的词料粮食生产基地。三是探索符合区域消费特征以及自然资源特征的循环复合农业体系；以适当的跨县耕地进出平衡，增强省内主粮及大食物的供给平衡。四是探索构建从粮食产品进口到适度增加肉类产品进口的供给侧改革，减缓耕地进出平衡压力，降低耕地利用、畜牧用地空间等碳排放。（周楚军 王自堃）

## “双碳”战略为农村能源转型带来新思路

中国能源报 2022.5.30

农村地区有着大量柔性负载，可通过有序管理挖掘其消纳优势。实现全面电气化后，拖拉机、插秧机等农业机械，既是用电设备也可作为蓄能装置。

中共中央办公厅、国务院办公厅近日印发了《乡村建设行动实施方案》，提出“实施乡村清洁能源建设工作”。发展太阳能、风能、水能、地热能、生物质能等清洁能源，在条件适宜地区探索建设多能互补的分布式低碳综合能源网络。

广大农村地区可开发的光伏、风电等资源丰富，为实现清洁能源供给、生态环境治理、农民生活水平改善提供了支撑。这些资源究竟有多少？怎么有效利用？经过大量调研与实践验证，中国工程院院士、清华大学建筑节能研究中心主任江亿向记者阐述了他的建议。

### 农村有发展新能源的空间优势

“我们组织过两次大规模调研，对农村真实用能情况摸底发现，散煤目前仍占据最大比重，加上柴油等使用，不仅造成大气、固废污染，影响着居民健康，还产生大量的直接碳排放。另有秸秆还田、堆肥等，带来非二氧化碳温室气体排放。”江亿直指农村用能面临的主要问题。

对此，国家已出台多项措施。“诸如清洁取暖改造、农村光伏扶贫、农网扩容改造等工程，纷纷拿出真金白银的支持，动辄上千亿元补贴。”江亿充分肯定其效果，同时也看到可持续性不足的隐患。“补贴普惠程度待提升，进一步推广难免会加重财政压力。有没有更好的办法一下子抓住‘牛鼻子’，从根本上解决问题？”

在江亿看来，国家提出“双碳”战略，正是为解决农村能源问题带来了新启发、新途径。“构建以新能源为主体的新型电力系统，光伏发电、风电等项目开发最需要空间资源，农村地区恰恰有着特别大的优势。通过高分卫星图加人工智能等方式，我们一个村、一个村摸底，全面分析了全国农村屋顶状况。为了验证数据可靠性，又选取重点地区现场考察测试。经统计识别，我国农村区域各类屋顶面积共有 273 亿平方米。”

这些屋顶为农村发展光伏带来机遇。江亿称，以目前户均可安装屋顶光伏 20 - 40 千瓦计算，农村地区实际可利用的屋顶总安装量达 19.7 亿千瓦，预测年发电量接近 3 万亿千瓦

时。“对照 2019 年全社会用电量 7.2 万亿多千瓦时，3 万亿千瓦时已超过 1/3 的量。而现在，农村一年的生活用电量约 3500 亿千瓦时，农牧林业生产不到 2000 亿千瓦时，即便是全面推行电气化，包括生活、生产和交通用能全部电气化，屋顶光伏也可满足老百姓需求。”

### **农村用电特点更适宜光伏消纳**

事实上，难的不是安装环节，而在于真正有效利用。

“光伏发电受到天气影响，能不能实现荷随源变、有效消纳？”江亿坦言，当前大多数地方采用租赁模式，即企业租用屋顶、手握电站产权，收发两条线，电量全额上网。“即便装了光伏，老百姓还是从电网买电，跟过去没有区别。其实农村用电特点更适宜光伏消纳，最好的方式是优先自发自用。”

江亿表示，农村地区有着大量柔性负载，可通过有序管理挖掘其消纳优势。实现全面电气化后，拖拉机、插秧机等农业机械，既是用电设备也可作为蓄能装置。“在农村，很多农机设备并非天天用，一年用 1-2 个季节，使用频率比私家车还低，也不像工厂设备一刻不能停。若能开发出标准模块化的换电模式，一家配备两 three 组电池，用于各类农机设备。哪台设备需要，直接把电池装上去就行，这样便能实现需求侧响应。不用时则可以作为家中的储能单元。”

“优先自用”也是上述方式与整县推进光伏的最大区别，通过蓄能和需求响应模式进行调蓄，富裕电量再上网，让农村成为单向送电系统。“简单来说，就是依托农村直流微网，充分利用各类闲置屋顶，接收家家户户的富裕电量，储存之后上网调蓄。”江亿解释，一户有光伏，配上 3-5 千瓦时蓄电池，自用电量足以解决。进而再满足村里的公共用电、大型农机充电、农业和农副产品生产用电等。“多余电量经储存调节后，在与电网约定好的时段上网，或根据电网调度要求上网。通过村级网调蓄，还可以在目前农网变压器容量下，利用配电容量送电上网，确保不超载。一个个村就像是小型发电厂，输出也不再是以往不稳定的电量，而是优质电力。”

### **初始投资可承受，盈利可持续**

对于用户最关心的费用问题，江亿及团队也做了充分验证。“屋顶光伏是初投资最低的光伏发电形式。”他表示，光伏器件仅占集中光电系统总投资的 35% - 45%，其余为各类组件。而在屋顶安装支架等装置的成本最低，清扫等日常维护由房主自行解决，使用综合成本相应降低。

江亿算了一笔账：户均屋顶光伏、直流微网等成本在 6 万元 - 8 万元。光伏电站产权归房主，户内投资可通过低息贷款解决。将来在满足自用的基础上，按照年输出电量 15000 千瓦时/户、度电 0.5 元来算，年收入约 8000 元/户，10 年左右可还本付息。“村级公共设施的投资约 200 万元 - 400 万元/百户。而村级微网需要集体投资和国家财政支持建设。初投资可以从农网扩容改造、清洁取暖改造等多项专项工程里面出，上网发电收入支撑后期运维管理，做好了产生盈余也不难。目前，该模式已准备在山西芮城全县 500 个村庄逐步推

广。”

“农村还有丰富的生物质资源，总量折合达6亿吨标准煤。”江亿表示，这些宝贵的零碳燃料迟迟没有有效开发，主要原因是过于强调优先自用了。只有充分市场化，也就是作为商品能源，其价值才能体现出来，比如将玉米秸、果蔬枝条等压缩成小颗粒，性能接近木炭，市场价格约1000元/吨；麦秸、稻草可以压制成大块，作为锅炉燃料市价在500元-700元/吨。“没有形成生物质能源市场，才没能把这条挣钱的路给农民趟出来。简单在柴灶里烧柴，资源利用率只有10%-15%，经过加工利用，综合利用率可提高到40%以上，相当于1斤柴禾当作2斤、3斤使用。生物质资源加工的主要成本是电费，屋顶光伏可以提供充足廉价的电力。以屋顶光伏为基础的农村新型能源系统，在替代散煤、柴油等化石能源的同时，置换出生物质能源，可以说一举多得。”（朱妍）

## 燃料乙醇“双碳”路径上的生物助推器

中国电力报科技装备 2022.5.19

### 编者按

近日，国家发展改革委印发《“十四五”生物经济发展规划》，系统推进生命科学和生物技术向能源等领域广泛渗透。积极开发生物能源，加快生物燃料纤维素乙醇等关键技术研发和设备制造，是新能源时代给生物技术发展提出的新课题。本期关注生物技术与能源发展的有效结合，展现我国在生物能源方面的研发水平。

自2020年我国提出“碳达峰、碳中和”（以下简称“双碳”）目标以来，可再生生物质能源产品替代的问题受到了各方的重点关注。相关研究结果显示，我国现阶段交通领域二氧化碳排放量约占全国总排放量的15%，为了实现我国碳达峰目标，预计需要实现超过30亿吨的二氧化碳减排，其中交通行业作为重要的能源应用行业，面临着严峻的减排压力。

### 产业迎来新机遇

燃料乙醇作为一种可再生生物质能源产品，是我国交通领域中生物质能重要的应用方式之一，同时也是交通行业重要的达峰手段之一。

2021年5月26日，生态环境部发布通报，自2021年7月1日起，我国全面实施重型柴油车国六排放标准，标志着我国汽车标准进入国六时代。根据相关政策要求，2023年7月1日，所有车辆执行国六b阶段排放标准。国六标准的严格程度堪称史无前例，这是我国真正意义上的对标欧盟、美国，将我国的汽车排放标准提到了国际一线之列，这与我国的低碳发展总体方针也有着密不可分的关系。

在新时代的“双碳”背景下，2021年10月24日，相关部门发布《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》指出，大力发展风能、太阳能、生物质能、海洋能、地热能等，不断提高非化石能源消费比重。

与此同时，2021年10月26日，国务院关于印发《2030年前碳达峰行动方案》的通知

中，涉及交通运输绿色低碳行动的部分明确指出，要推动运输工具装备低碳转型。积极扩大电力、氢能、天然气、先进生物液体燃料等新能源、清洁能源在交通运输领域应用。

综上所述，随着国六新标准与“双碳”政策的提出，将引领交通行业进行更深入的绿色低碳化转型。“十四五”期间，我国生物质能源将迎来快速发展新阶段，燃料乙醇的产业市场规模也将达到一个新的高度。

### 交通减排里的“狠角色”

目前燃料乙醇技术已逐步由一代燃料乙醇向二代纤维素燃料乙醇转化。

纤维素燃料乙醇以生物质纤维素作为原料，目前还存在收集、运输和储存成本高昂以及商业模式不成熟等问题，同时还亟需解决处理工艺和设备方面的难题，如降低水解半纤维和纤维素酶制剂成本、高效率转化的酵母菌种、污水处理技术等工艺技术问题。

迄今为止，各国均在成立相关的试点示范项目，我国燃料乙醇制造企业国投生物科技投资有限公司已然做出了尝试，例如，国投先进生物质燃料（海伦）有限公司的年产3万吨纤维素燃料乙醇示范项目，目前已进入装置调试阶段。这是国内最早开工建设的纤维素燃料乙醇示范项目之一，也是我国燃料乙醇未来发展的代表性示范项目。

自2001年开始，我国便开始了燃料乙醇的试点工作。乙醇汽油相比于标准汽油含氧量更高，燃烧均匀，燃烧热效率较高。乙醇汽油相比于标准汽油能够提升车辆抗震爆能力，避免引擎效率降低。同时，我国燃料乙醇主要制备原料来源于生物质，属于可再生能源，产品中不含硫，因此乙醇汽油可以降低成品油中的硫含量，减少脱硫成本。

除了自身性能优势外，通过燃料乙醇还能实现对汽车排气系统中的排气污染物的控制，燃料乙醇加入汽车的燃油系统中，能够降低燃油消耗率和排放物中的总碳氢、非甲烷碳氢化合物、一氧化碳、氮氧化物、颗粒物、苯系物等污染物。燃料乙醇除了对于排气污染物的控制效果外，在“双碳”目标的新形势下，纤维素燃料乙醇对比传统汽油而言，其最显著的优势在于二氧化碳的减排效果明显。

现阶段燃料乙醇由于市场普及度、原料价格限制等因素并未得到全面发展，同时我国实现电气化进程仍然需要较长的时间，传统燃油车仍占据市场的主要空间，燃油车存量预计在2040年达到峰值。随着“双碳”目标的提出，通过掺烧燃料乙醇进行减排成为未来交通行业极具潜力的发展方向，能够有效缓解燃油车未来的发展限制，帮助企业实现电气化转型“软着陆”，预计燃料乙醇在未来二十年间都将担当起我国交通行业减排的重要角色。

我国燃料乙醇生产企业目前以国投集团、中粮集团为代表的央企为主。以国投集团为例，企业持续布局燃料乙醇产业，积极探索先进生物液体燃料的发展方向，国投生物能源（海伦）有限公司率先开展我国纤维素燃料乙醇的试点示范项目，迈向了由农业废弃物等非粮原料构建的可再生绿色能源之路。（胡家祺）



#### 四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

### 到 2025 年全省土壤与地下水污染源得到基本控制

广州日报 2022.5.6

广州日报讯（全媒体记者杜娟）土壤、地下水生态环境保护关系米袋子、菜篮子、水缸子安全，关系到人民身体健康，关系到生态文明建设和生态安全。近日，《广东省土壤与地下水污染防治“十四五”规划》公布，其中提出，推进土壤环境和地下水环境状况调查，尤其是针对珠三角地下水赋存丰富、地表水系发达、区域开发强度大、敏感点多且集中的地区，开展区域地下水环境状况调查。

#### 严禁重金属超标粮食进入口粮市场

规划提出的总体目标是，到 2025 年，全省土壤与地下水污染源得到基本控制，环境质量总体保持稳定，局部有所改善，农用地和建设用地土壤环境安全得到进一步保障，土壤与地下水环境风险得到进一步管控。到 2035 年，全省土壤环境质量稳中向好，地下水环境质量总体改善，农用地和建设用地土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。

在土壤污染防治方面，将开展土壤环境状况调查。2022 年起，以种植水稻、蔬菜等食用农产品的受污染耕地为重点，开展农产品加密调查。开展典型行业企业用地及周边土壤污染状况调查。开展全省林地土壤调查，建立广东省林地土壤信息库。

严守环境准入底线。在永久基本农田以及居民区、学校、医疗和养老机构等单位周边，避免新建涉重金属、多环芳烃类等持久性有机污染物企业。结合推进新型城镇化、产业结构调整 and 化解过剩产能等，有序搬迁或依法关闭对土壤造成污染的现有企业。

严禁重金属超标粮食进入口粮市场。加强粮食收购、储存和政策性用粮质量监督管理。督促从事粮食收购、储存活动的粮食经营者严格执行国家粮食储存标准和技术规范，建立粮食质量档案，落实粮食入库、出库质量检验制度。加强粮食加工和经营环节的质量监督管理，加大粮食抽检力度，严格重金属超标粮食的处理，经监督检查或抽查发现的重金属超标粮食，及时采取措施，防止流入口粮市场。

严格土地供应等环节监管。将建设用地土壤环境管理要求嵌入土地储备、供应、改变用途等审批环节，自然资源部门在制定年度土地储备计划、建设用地供应计划、城市更新计划时，充分考虑地块环境风险。原则上不办理建设用地土壤污染风险管控和修复名录内地块的土地供应等手续。原则上“一住两公”（住宅、公共管理与公共服务用地）等敏感类用地应后开发，在周边土壤环境风险得到全面管控后再投入使用。

#### 逐步实施地下水污染防治分区管理

在地下水污染防治方面，排查地下水型饮用水水源环境风险。以城镇地下水型饮用水源保护区、水源补给径流区及供水单位周边区域为重点，开展环境状况调查评估，识别可能存在的污染源，研判风险等级，建立和完善地下水型饮用水水源补给径流区内优先管控污染源

清单。启动典型区域地下水生态环境调查。针对珠三角地下水赋存丰富、地表水系发达、区域开发强度大、敏感点多且集中的地区，开展区域地下水环境状况调查。在废弃矿山、重要海岛等典型地区，开展地下水生态环境状况调查。

逐步实施地下水污染防治分区管理。开展地下水污染防治重点区划定工作，实施地下水环境分区管理、分级防治，明确环境准入、隐患排查、风险管控、治理修复等差别化环境管理要求。2022 年底前，完成珠三角等典型地区地下水污染防治重点区划定。鼓励其他地级以上市开展重点区划定工作。同时建立地下水污染防治重点排污单位名录，根据国家要求，研究建立并公布地下水污染防治重点排污单位名录，指导督促企业落实地下水污染防治相关法定要求。（杜娟）

## 酶变体可“吃掉”数十亿吨塑料垃圾

科技日报 2022.5.5

科技日报讯（记者刘霞）美国德克萨斯大学奥斯汀分校的科学家在最新一期《自然》杂志上撰文指出，他们研制出了一种新的酶变体 FAST - PETase，它能在几小时到几天内分解正常情况下需要数百年才能降解的塑料，有望大大推动塑料的回收利用，真正拉开塑料循环经济的大幕。

最新研究负责人哈尔·阿尔珀教授表示，他们研制出的新酶主要针对聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET），这种塑料出现在大多数消费品包装上，包括饼干盒、汽水瓶、水果和沙拉包装，以及某些纤维和纺织品中，占全球垃圾总量的 12%，数量可能高达数十亿吨。

在最新研究中，阿尔珀等人借助机器学习模型，研制出了名为 PETase 的天然酶的新突变，预测了哪些突变能在低温下快速解聚废弃塑料，随后研究了 51 种不同的塑料容器、5 种不同的聚酯纤维和织物，以及所有由 PET 制成的水瓶，证明了其中一种名为 FAST - PETase 酶的有效性。

研究人员指出，新的酶变体能够完成一个“循环过程”，将塑料分解成更小的部分（解聚合），然后用化学方法将其重新组装（再聚合）。在某些情况下，这些塑料可在 24 小时内被完全分解成单体。

回收利用是减少塑料垃圾最好的方法，但在全球范围内，只有不到 10% 的塑料被回收利用。除了将塑料扔进垃圾填埋场外，最常见的处理方法是将其燃烧，但这种方法成本高、能耗高，且会向空气中排放有害气体。其他替代工业过程包括糖酵解、热解和/或甲醇解过程，但这些处理工艺也非常耗能。

而生物解决方案消耗的能量要少得多。在过去 15 年中，科学家们一直在研究用酶回收塑料并取得一定进展。但迄今还没有人弄清楚如何制造能够在低温下高效运行从而可以更好地大规模使用的酶。最新研究证实，FAST PETase 可以在低于 50 摄氏度的温度下分解塑料。

接下来，该团队计划扩大这种酶的生产规模，为工业和环境应用作好准备。研究人员表

示，这种酶有望在清理垃圾填埋场等废物处理行业大显身手。为此，他们正在研究多种方法，将这些酶运到野外，以清理受污染的场地。

## 推动高效低成本生物能源应用

中国电力报 2022.5.12

本报讯（记者苏伟 邱燕超）报道 5月10日，国家发展改革委印发《“十四五”生物经济发展规划》（以下简称《规划》）。《规划》提出积极开发生物能源，推动高效低成本生物能源应用，推动化石能源向绿色低碳可再生能源转型。

《规划》要求，积极开发生物能源。有序发展生物质发电，推动向热电联产转型升级。开展新型生物质能技术研发与培育，推动生物燃料与生物化工融合发展，建立生物质燃烧掺混标准。积极推进先进生物燃料在市政、交通等重点领域替代推广应用，推动化石能源向绿色低碳可再生能源转型。

《规划》提出了生物能源环保产业示范工程。在生物能源领域，将定向选育、推广和应用高产、高抗、速生的油料和能源林新品种，因地制宜开展生物能源基地建设，加强热化学技术创新，推动高效低成本生物能源应用。在城乡有机废弃物集中地区开展纤维素乙醇、生物柴油、生物天然气产业示范，打通生物质原料收集、有机肥生产使用等重要环节，提高生物燃料生产规模。建设以生物质热电联产、生物质成型燃料及其他可再生能源为主要能源的产业园区。支持有条件的县域开展生物质能清洁供暖替代燃煤，稳步发展城镇生活垃圾焚烧热电联产，推进沼气、生物质成型燃料等其他生物质能清洁取暖。在有条件的地区开展生物柴油推广试点，推进生物航空燃料示范应用。

## 美研发化学废物再利用软件

参考消息 2022.5.4

【英国《新科学家》周刊网站4月27日报道】题：化学废物可以循环再利用，变成一系列药物和化肥（记者 马修·斯帕克斯）

一款软件已经确定了300多种方法，可以把广泛存在、又没有明显用处的化学废物组合起来，转化为一系列药物和化肥。研发这个软件工具的研究人员认为，它将优化化工行业，使得回收利用那些原本需要储存的副产品成为可能。

美国软件和化学公司阿尔切米公司的巴尔托什·格日博夫斯基及其同事利用他们的软件Allchemy，从189种小分子中寻找有用的产品。这些小分子一般是作为世界各地大规模工业生产过程中的副产品产生的。另有56种通常从化学废物回收过程中产生的分子也包括在内。

Allchemy软件创建了一个庞大的数据库，其中包含所有可能的化学物质组合，以及所有可以用来将化学物质组合起来的工艺流程。Allchemy软件在一个高端服务器上运行，用大约一个月时间计算出数千亿个组合。然后，研究人员将组合的范围缩小到仅包括那些引导产生

药物、化肥或其他有用分子的工艺流程。

格日博夫斯基说，软件发现的所有工艺流程最终总有可能被人类发现，但由于潜在的工艺流程数量巨大，发现它们的难度极大。在被发现的分子中，有治疗麻风病和心脏病的药物，但格日博夫斯基说，他最喜欢的发现是一种可以使用乳酸制造的抗生素，而乳酸可以从废塑料瓶以及煤炭开采的副产品苯酚中提取。

他说：“我本来希望找到阿司匹林或其他药物，但得到的结果比这更有意思。它实际上以一种全面的方式解决了循环化学问题。”

格日博夫斯基此前参与过研发合成特定分子的新方法的项目，但他表示，这款软件是朝着另一个方向努力：列出一个可用资源的清单，并找出这些资源的所有潜在用途。

格日博夫斯基说：“化学反应并不复杂，困难在于发现机会。构成要素非常简单，但当涉及 200 种废物分子时，在组合的一个步骤内，可以有 4 万个选项。数量呈指数级增长，而这款软件会尝试一切。”

格日博夫斯基说，他希望 Allchemy 软件最终带来“分子的火种”。

化学公司可以输入它们现有所有废物的详细信息，其他公司可以列出它们希望为某个特定目的而合成的分子清单，而第三方公司可以对实施从废物到药物的合成进行竞标。这将减少全球化学供应链产生的废物，或许还可以降低药物和其他产品的成本。

Allchemy 软件还使基于化学废物的地理位置进行进一步分析成为可能，这样的话，就能够优先选择利用聚集在同一个地点的废物产生的有用分子。Allchemy 软件显示的所有工艺流程都被公开发布，并未获取专利权。

英国萨里大学的朱迪·李说，在实验室确定化学废物的用途是有意义的，但将工艺流程规模化可能更为困难。

她说：“需要将实验室开发的東西转化为能够盈利的大型项目。化合物的纯度也很重要。如果你无法将其纯化到有用的程度，那么就会出现問題。”

她说：“确定这种可能性是有益的，但要靠科学家和研究人员来找到使其变为现实的办法。这不会在一夜之间发生，但至少你可以从某个地方入手。”

## 广州南沙 全国首个全区推进的 5G + 云化

### AI 智能生活垃圾分类监管系统上线

南方日报 2022.5.10

在南沙区蕉门公园绿道垃圾分类宣传体验基地的大屏幕上，通过 AI 智能、5G、物联网以及云计算的视频监控、物联网与移动互联网等领先的信息化技术，与垃圾分类前端的宣传引导、正确投放、规范监管等多场景无缝对接，实现对投放点的智能化监管。

在监控大屏前，工作人员调出越秀滨海悦城投放点的实时视频，可以看到小区周边环

境，并能单独查看小区每个分类投放点详细运行情况，如：回收重量、AI 智能识别投放问题、违规投放行为告警次数等。

按照中央、省、市生活垃圾分类工作部署，南沙区以创建生活垃圾分类全国示范区为目标，以政府数字化转型为引领，按照“智能智治、共治共管”的新理念，建成全国首个全区推进的 5G + 云化 AI 智能生活垃圾分类监管系统，并于 2022 年 5 月 1 日正式上线。

分类督导监管系统采用数字评估优化垃圾分类管理工作实效方法，收集垃圾分类各项数据信息，经过应用进行大数据统计分析后，实现对各项工作指标的精确量化，实现精细化、智能化管理无缝融合，为区、各镇（街）的垃圾分类管理决策提供数据参考。

该系统包括 AI 智能督导、RAT 视频中心、垃圾运输车辆管理、GIS 智能考勤等板块内容。大屏上能清晰地显示各投放点的分类投放详情信息、每个季度垃圾分类各类指标考核后的综合动态排名情况，可查看违规投放垃圾的报警趋势分布、各类违规占比、高发违规类型以及各街镇的立案处置率等智能督导数据详情，可以查看垃圾分类督导员的总体出勤在岗情况、督导员工作统计等，可对不按规定投放垃圾的行为可以进行识别，实时掌握全区垃圾分类整体运行成效。目前已覆盖黄阁镇、榄核镇、大岗镇、横沥镇、珠江街、东涌镇等多个街道 169 个垃圾分类投放点。

据悉，南沙区 2022 年启动 938 个投放点创建，每个投放点配备至少 1 名垃圾分类督导员。当前南沙区各街镇、各村（居）、各行业单位均已实现垃圾分类全覆盖，包括覆盖范围、人口覆盖率、全区垃圾分类知晓率、分类参与率等。

下一步，南沙区将进一步构建区、镇（街）、社区（小区）等多层级共享平台，对垃圾分类管理所涉及到的人、物、事进行全过程实时管理，让垃圾分类督导员、物业管理人员主动巡查，精心打造垃圾分类智能化管理“南沙标准”，开创生活垃圾分类设施全覆盖、全方位、全链条、多业务协同的分类智慧监管模式，不断提升生活垃圾分类投放点精细化管理水平，真正实现减量化、资源化、无害化工作成效。（周铁军 吴晓君）

## 蓝绿藻可给计算机供电力

参考消息 2022.5.17

【英国《新科学家》周刊网站 5 月 12 日报道】题：靠蓝绿藻群驱动的计算机持续运行已经六个月

密封在一个小容器内的蓝绿藻，为一台计算机提供了 6 个月的电力。未来数年，类似的光合作用发电机或以低廉的成本运行一系列小型设备，而无需电池所使用的稀有且不可持续的材料。

剑桥大学的克里斯托弗·豪及其同事用铝和透明塑料制作了一个五号电池大小的小盒子。在里面，他们放置了一些集胞藻 PCC 6803，也就是俗称的“蓝绿藻”。这种蓝绿藻在阳光下通过光合作用产生氧气。

在 2021 年新冠肺炎疫情期间，研发团队成員保罗·邦贝利在自家窗台上安装了这一装置。从 2 月到 8 月间，这一装置的阴阳两极之间持续产生电流，为一个 ARM 微处理器供电。

这个计算机运行周期为 45 分钟，通过计算连续整数的和来模拟计算机的工作量，这需要 0.3 微瓦的电量，以及 15 分钟的备用电量（0.24 微瓦电量）。计算机自己测量设备的电流输出，这些数据储存在云端以供研究人员分析。

在实验的 6 个月间，该装置没有出现断电；在实验结束后的 6 个月里，蓝绿藻也在继续产生电力。

豪说，关于这一电力的来源，有两个潜在可能：要么蓝绿藻本身产生电子，从而产生电流；要么它创造条件，使容器中的铝阳极产生化学反应，从而产生电子。不过，阳极在实验中没有出现任何明显降解，因此研究人员认为，大部分电流均产自蓝绿藻。

豪说，这种方法可以延伸拓展，但还需要进一步的研究才能知道我们能够延伸多远。他说：“这不是那么简单的事。因此在现阶段，把这样的装置放到房顶上并不能给房子供电。在这方面还有很多工作要做。不过，（它或许）可在中低收入国家的农村地区适用，可以用在那些仅需提供少量电力就会非常管用的应用领域，例如，给环境传感器供电或手机充电等。”

蓝绿藻在光合作用的过程中创造出自己的食物，这种装置甚至可以在黑暗中继续产能。研究人员认为这是有可能的，因为即便没有阳光，蓝绿藻也会继续处理多余的食物。

研究人员还尝试用空塑料瓶制造类似的装置，他们认为这种有效装置的生产成本可以很低，5 年内或可实现商业应用。此外，他们还发现了能够产生更高电流的藻类。

## 新方法抑制蓝藻生长 将降低水环境污染防治成本

科技日报 2022.5.10

科技日报讯（记者过国忠 通讯员张青 桑鸿波 刘美玲）5 月 9 日，记者从江南大学获悉，该校生物工程学院饶义剑教授团队，通过反复研究发现了尾孢菌素对太湖蓝藻生长的抑制作用，这将为太湖蓝藻治理提供新的思路和方法。相关研究成果，日前发表于环境领域国际期刊《水研究》。

太湖是中国第三大淡水湖泊，当水温处于 25℃—35℃ 时，湖水中的蓝藻就会大量繁殖，在水面形成一层蓝绿色而有腥臭味的浮沫，即水华。

春夏两季，是太湖蓝藻大规模暴发期，可引起水质恶化、水中氧气被耗尽、鱼类死亡等，从而破坏水体生态系统，严重时，甚至会造成当地居民用水短缺，影响居民正常生活。今年，无锡将组织实施 189 项治太工程，确保太湖安全度汛、安全度夏。

“污染源源头减排、物理除藻、生态修复等是目前蓝藻治理的主要方法。如何开发一种更有效治理蓝藻的方法，是我们团队一直以来的研究重点。”饶义剑说。

饶义剑教授团队在前期研究中发现，尾孢菌能够在太阳光的照射下，分泌尾孢菌素作为

进攻植物细胞的“武器”。“我们通过电镜观察到尾孢菌素能破坏藻的细胞壁、细胞膜，以及抗氧化系统和光合系统，从而最终抑制有害藻的生长。”饶义剑说。

团队采用低剂量的尾孢菌素通过室外太阳光的照射，即可使蓝藻造成的水体绿色明显消退，抑藻率高达98%。

饶义剑介绍，该方法不但可为解决淡水湖水华提供新的方法，也将有效降低水环境污染防治成本。

## 我科研团队利用废弃玉米秸秆制备高效除磷器件

科技日报 2022.5.17

科技日报青岛5月16日电（记者王健高 通讯员刘佳）16日，记者从中国科学院青岛生物能源与过程研究所获悉，该研究所王光辉研究员带领的多孔催化材料研究组以废弃玉米秸秆为载体，开发了一种用于连续流水体除磷的新型金属有机框架（MOFs）材料器件。相关研究发表在《化学工程杂志》上。

MOFs材料具有比表面积高、密度低、易于调控修饰等优点，在污染物吸附领域具有巨大的应用潜质。然而，合成的MOFs材料通常是纳米/微米级粉末，在实际应用中需要通过添加胶黏剂或压片等手段成型，这一过程会导致孔道减少、传质受阻，大幅降低MOFs材料的效率。如何在保持MOFs材料固有特性的前提下，将其塑造成面向应用的整体材料仍具挑战。

为了解决以上问题，该研究团队利用溶剂热法，在玉米秸秆的细胞壁表面均匀生长了一层UiO-66 MOFs材料膜，制备了UiO-66/MS材料，并将其组装成了过滤器件。玉米秸秆独特的生物结构提供了发达的传质通道，UiO-66的单层膜形态促进了吸附位点的暴露，使UiO-66的本征磷酸盐吸附性能得以充分发挥。在连续流实验中，UiO-66/MS器件可将初始浓度为3ppm（百万分之三）的磷污染水体修复至中国一级污水排放标准的要求范围内。同时，该研究也为废弃玉米秸秆的增值利用提供了一种新途径。

## 新型催化剂助力提取废弃物中的山梨醇

科技日报 2022.5.11

日前，南京工业大学先进材料研究院房贞兰教授团队与德国卡尔斯鲁厄理工学院的汪跃民教授团队另辟蹊径，通过简单的水热合成方法制备出具有极高催化性能和良好稳定性的催化剂，成果近日发表于国际期刊《自然·通讯》上。

山梨醇可用于食品、医药、工业生产等，具有很高的经济价值。从秸秆、树枝等农业废弃物中获得的葡萄糖单体，经过氢化反应，即可转化为山梨醇等具有高附加值的化学品。而这一转化过程的关键，在于化学催化或生物催化过程中使用的催化剂。

“金属有机框架简称为MOF，是在简单的水热条件下，由金属阳离子和有机配体自组装

而成的催化剂载体。与酶或金属氧化物等催化剂相比，MOF 异相催化剂具有比表面积高、孔径和孔隙率可调、金属单活性位点分散性好和可负载活性组分等独特优势，这让 MOF 异相催化剂为各种含糖类生物质衍生物的转化提供了无限可能。”论文第一作者、南京工业大学博士生张毓玮介绍。

由于该催化剂在实际反应条件下重复使用性较差，严重阻碍了其在催化剂领域的应用，因此课题组通过人为设计缺陷的策略，即在合成过程中加入与原始配体结构相似的缺陷配体，在 MOF 异相催化剂中人为植入了两种类型的缺陷位点，从而合成了一系列缺陷设计 MOF 异相催化剂，简称 DEMOF 异相催化剂。

“非常有趣的是，研究结果证明了我们先前的设想，即利用人为植入的缺陷、负载的钌贵金属活性组分和原始金属单活性位点三者的协同催化作用，实现了所制备的 DEMOF 异相催化剂对葡萄糖选择性加氢制备山梨醇的反应活性、选择性和循环稳定性的同时提高。”房贞兰表示，该研究合成的一系列 DEMOF 催化剂，其转换频率值均为目前已经报道的用于葡萄糖氢化反应的催化剂的 10 倍以上，技术处于国际领先水平。

房贞兰介绍，更重要的是，在连续循环催化 12 次后，催化剂依旧能保持很高活性。此外，这一转化过程中所用溶剂为水，这将极大削减催化剂使用成本，减少资源消耗，降低环境污染。

房贞兰表示，该研究不仅提高了催化剂活性和稳定性，更重要的是证明了不同类型的缺陷引发的不同的反应路径，这为后续催化剂的设计合成提供了新的思路和理论支持。（金凤周伟）

## 国家能源集团研发煤化工废水处理技术

中国电力报 2022.5.11

本报讯（记者冯义军 通讯员段金凤 雷少成）报道 截至5月5日，国家能源集团榆林化工公司分盐结晶装置产出合格氯化钠并实现连续稳定运行超1个月，标志着低温临界冷冻加真空热法分盐技术在煤化工废水处理上的成功应用，为煤化工行业废水处理树立了标杆。

分盐结晶装置所采用的低温临界冷冻加真空热法分盐技术路线是国内首套应用于煤化工废水处理的工业技术路线，在工程设计和运行操作上均无经验可循，相较纳滤膜法分盐，其投资低、运行费用低、流程短，但设计运行控制关键指标和关键点多，包含水处理、盐化工和无机化工技术，对设计和操作要求非常高。自开车以来，先后暴露出蒸发器运行周期短、预冷器无法投用、芒硝冷冻系统运行极不稳定，处理量极低、冷却器频繁爆晶堵塞、冷却器化冻时间长导致严重降低芒硝结晶器运行效率、芒硝大量流失至氯化钠系统、氯化钠结晶器有机物无法有效分离排出、进水指标不稳定不达标等严重问题。

为解决上述难题，该公司成立技术攻关组，总结提出提高盐硝比、提高蒸发器浓缩倍数等措施，获得明确调整范围。经过近一年半时间的攻关，蒸发器实现长周期稳定运行，芒硝



系统逐渐稳定，处理负荷由不足5吨/小时提高至18吨/小时，冷却器温差由2.4摄氏度降至1.6摄氏度以下，化冻时间由36小时降至4小时以内，冷却器爆晶周期由3~5天延长至长周期运行，芒硝悬浮物几乎无流失，各项运行参数逐渐趋于稳定。

## 广东全力推动铝灰渣处理处置

### 铝灰渣出路难、处置成本高等问题得到有效化解

中国环境报 2022.5.17

“勇于担当，为企业服务。”记者近日获悉，为感谢生态环境部门帮助化解铝加工企业铝灰渣处理困境，广东省有色金属学会铝加工专业委员会等单位专门为佛山市生态环境局送上感谢信和锦旗。

作为广东省铝材加工企业最主要集中地之一，佛山市铝灰渣处理处置曾面临巨大压力。“我们在全省首试铝灰渣限价处理措施，有效减轻企业处理负担。”佛山市生态环境局固废科科长王凯武说，当地生态环境部门采取拓展铝灰渣应急资源、实行严格限价政策、加快推进佛山市铝灰渣利用处置项目建设等措施，以最快速度解决市内铝灰渣库存。

无独有偶，肇庆市多措并举推动企业加快铝灰渣资源化利用和无害化处置，解决了铝灰渣出路难题。在肇庆四会市辉煌金属制品有限公司，铝灰渣经过搅拌浸泡无害化处理后烘干，然后进行资源化处理，最终生产出铝酸钙，不仅解决了铝灰渣出路，也实现了危险废物资源化利用。据肇庆市生态环境局固废中心负责人介绍，去年以来，肇庆市通过加强铝灰渣日常监管、鼓励企业自行利用、开展应急处置试点和豁免利用等多种方式，有效推进铝灰渣去库存及依法资源化利用处置。

近日，广东省生态环境保护监察办公室主任赖海滨带队到肇庆调研督导铝灰渣利用处置能力建设和危险废物环境安全监管工作。他再次强调，要加快推进铝灰渣处置能力建设，强化危险废物环境监管，有效防控环境与安全风险。要有序衔接应急处置与常规处置，强化铝灰渣利用处置能力保障；坚决做好安全贮存和利用处置，强化铝灰渣环境风险防控；统筹兼顾监督管理和优化服务，提升铝灰渣污染防治水平。

佛山、肇庆两市科学谋划统筹推进铝灰渣规范处置的行动，折射出广东省破解铝灰渣处理难题，协同推动经济高质量发展和生态环境高水平保护的共同努力。

广东是中国铝材加工制造大省，铝灰渣产生总量大。但由于处理处置行业的能力建设、企业的管理理念等方面没有及时跟上，铝灰渣贮存、利用处置等方面存在较大短板，由此导致的非法倾倒等问题曾引发各界广泛关注。

面对难题，广东省生态环境厅经过广泛调研和充分论证，科学部署“摸清底数、应急处置、设施建设、强化责任、严厉打击”五项重点工作任务，加快清理库存和推动设施建设，有序有力规范铝灰渣处理工作。

“去年以来，全省各级生态环境部门全力以赴开展铝灰渣处置环境专项整治行动，着力

补齐铝灰处置能力短板，加快推进铝灰处置能力建设，按期完成省政府部署的‘库存清零’任务，有效化解铝灰渣环境风险隐患。”广东省生态环境厅固体处负责人告诉记者，今年以来，随着应急处置工作稳步推进，处理处置能力逐步提升，广东铝灰渣出路难、处置成本高等问题得到有效化解，“有望按照节点，在6月30日后实现铝灰渣处理处置进入常规状态。”（者刘晶 郑秀亮）

## 每年可固碳约900亿吨 是制备液体燃料的良好原料

### 微藻：“吃”下二氧化碳，“吐”出生物油

科技日报 2022.5.18

微藻可通过光合作用将废气中的二氧化碳和废水中的氮、磷等转化为生物质。研究人员将微藻细胞破坏，提取细胞内的油脂、糖类等有机成分，可进一步制备出生物油、生物气等清洁燃料。

二氧化碳过度排放是全球气候变暖的罪魁祸首之一，如何能减少二氧化碳？比如，能不能把它“吃掉”？还别说，小小的微藻就有这样的“好胃口”，而且它不仅能把二氧化碳“吃掉”，还能变“碳”为“油”。

重庆大学能源与动力工程学院的低品位能源利用技术及系统教育部重点实验室的黄云副教授指出，如何实现二氧化碳的有效利用已成为各国科学家重点关注的问题，而微藻这一小小的古老生物凭借变“碳”为“油”的本领，已经成为我们固碳减排的好帮手。

#### 小小微藻能变“碳”为“油”

小小的微藻能做到变“碳”为“油”，与微藻体内的成分有关。“微藻中富含的酯类和糖类是制备液体燃料的良好原料。”重庆大学能源与动力工程学院院长、低品位能源利用技术及系统教育部重点实验室主任廖强介绍，在太阳光能的驱动下，微藻能够将二氧化碳合成为高能量密度的甘油三酯，而这些油脂分子不但能够制备生物柴油，也是提取高营养品EPA、DHA等不饱和脂肪酸的重要原料。

“微藻的光合作用效率是目前地球生物中最高的，是陆生植物的10到50倍。”廖强说，据估计，地球上微藻每年通过光合作用固定的碳约达900亿吨，能量达1380万亿兆千焦，可开发的能源约相当于全世界每年能耗的4—5倍，资源量巨大。

据了解，我国每年排放二氧化碳110亿吨左右，其中一半以上是燃煤烟气二氧化碳。在燃煤工业企业中利用微藻进行光合固碳，可以大大减少二氧化碳的排放，而且相比于传统燃煤电厂烟气减排技术，微藻固碳减排技术具有工艺设备简单、操作方便和绿色环保等优势。此外，微藻还具有群体众多、易培养且海洋、湖泊、盐碱地、沼泽等地方都可以生长等优点。

廖强表示，由于微藻兼具减少二氧化碳排放和可生产清洁能源的本领，因此它在国内外都受到了广泛关注。

不过想让在自然界自由生长的微藻成为工业线上的固碳“好员工”，并非易事。如何人

工养藻？哪种微藻固碳的效果更好？如何提高微藻固碳效率？这些都是科学家们需要解决的难题。

### 让固碳不再是“赔本买卖”

去年12月，在深汕特别合作区的华润集团海丰电厂里，国内首个立柱式微藻光合反应器减排转化利用燃煤电厂烟气二氧化碳的工程竣工。该项目攻克了微藻减排燃煤电厂烟气二氧化碳的前沿核心技术，突破了传统跑道池占地面积大和利用二氧化碳效率低等技术瓶颈，实现了规模化高效低成本的微藻固碳工艺路线。据测算，与传统跑道池微藻反应器相比，立柱式微藻光合反应器使每亩微藻产量和固定二氧化碳量提高了5倍，且立柱式反应器结构紧凑，光照条件优越，大大减少了微藻固碳设备的占地面积。

“这个项目为我国烟气二氧化碳减排的大规模产业化提供了经济可行的技术路线选择。”作为国家重点研发计划“煤炭清洁高效利用和新型节能技术”项目“二氧化碳烟气微藻减排技术”负责人，重庆大学能源与动力工程学院教授程军算了一笔账，煤化工厂烟气99%浓度二氧化碳捕集液化成本低于100元/吨，燃煤电厂烟气15%浓度二氧化碳提纯捕集压缩成本约为250元/吨，如果不能利用，进行封存还需要投入费用，对于企业来说，这是一笔赔钱的“买卖”，但是通过微藻固碳则能实现碳利用，创造经济价值。目前市场上，1吨食品级的藻粉可以卖到4万元，饲料级的价格为1吨1万—2万元，通过我们的技术，如果在煤化企业旁建起了微藻生产加工厂，吃饱了二氧化碳的微藻将变为值钱的藻粉，成为保健品、化妆品、动物饲料。

在内蒙古鄂尔多斯市鄂托克旗产业园，建设有全国最大的微藻固定二氧化碳产业示范工程，每年可以固定1万吨烟气提纯的食品级二氧化碳（指用于食品工业的二氧化碳产品），每年固碳微藻的经济产值达2亿元以上。鄂托克旗螺旋藻已经申请为国家地理标志农产品，目前该微藻固碳成果已向山东、江苏、广西、海南等地产业化推广。

### 微藻产“油”还需加快技术攻关

“虽然微藻固碳已经产业化，不过要微藻产油还有很长的路要走。”廖强表示，利用微藻制取生物燃料的方法主要有直接酯交换法、微生物发酵法、热解法、气化法、水热液化法等。采用热解或者气化等方法时需要对其进行充分干燥，能耗高；而直接以湿藻为原料的酯交换法，由于大量水的存在，为了萃取出油脂，需加入大量甲醇、乙醇等有机溶剂，容易造成环境的二次污染，同时还需要后期分离和油脂提质，技术和系统复杂，成本高，安全性差，难以工业化。

不过，我国对于微藻生物质能源的研究却从未止步。目前，我国在微藻生物质能源的基础研究方面拥有很强的研发力量，从微藻的高密度培养、脱水浓缩到能源转化技术等方面做了很多创新研究工作。

在重庆大学能源与动力工程学院的低品位能源利用技术及系统教育部重点实验室建成的微藻光合生物固碳及多能互补生物燃料制取实验平台中，微藻可通过光合作用将废气中的二

氧化碳和废水中的氮、磷等转化为生物质。研究人员将微藻细胞破坏，提取细胞内的油脂、糖类有机成分，可进一步制备出生物油、生物气等清洁燃料。

微藻产业还有一些独特优势，大型藻必须海里养，但微藻在哪里都可以养，只需将海水装在玻璃缸、反应器里，只要有阳光、二氧化碳、氮磷钾，它就能不停生长；将成熟的微藻通过离心机捞出后，水可以循环再用。沙漠有充足的阳光，这是一个非常好的条件。

“如果可以用我国海洋面积的5%或者我国全部沙漠、半沙漠及盐碱地来养殖微藻，理论上能固定我国燃煤排放的70多亿吨二氧化碳，生产38亿吨生物质。”廖强说，微藻是很有潜力的生物能源，但规模和成本是制约微藻产“油”产业化的两大难题。要让微藻真正地成为生物能源，一方面还需要在研发上加大投入，以实现生物燃料制取关键技术上的突破。另一方面要把微藻能源开发及其资源化利用技术作为一项长远事业，既要高度重视前沿基础研究，又要狠抓关键技术瓶颈的突破。要充分利用微藻中的高附加值成分，如DHA、EPA和叶黄素等，即先提取其中高值的成分，用于生产保健品、化妆品、饲料，再进行能源化利用，提高产品价值。（雍黎 单倩澜）

## 废弃材料制成可再生生物水泥

### 能用于土壤改良和控制海滩侵蚀

科技日报 2022.5.17

科技日报北京5月16日电（记者刘霞）据物理学家组织网近日报道，新加坡南洋理工大学科学家开发出了一种新工艺，利用工业电石渣和尿液中的尿素这两种常见的废料来制造生物水泥，新方法能使生物水泥变得更环保及更可持续，有望在土壤改良、控制海滩侵蚀以及文物雕像修复等方面“大显身手”。相关研究发表于《环境化学工程杂志》。

研究人员指出，他们新研制出的生物水泥由生产乙炔气产生的废料工业电石渣和哺乳动物尿液中的尿素这两种废料制成。首先，他们用酸处理电石渣，产生可溶性钙，随后将尿素添加到可溶性钙中，形成胶结溶液，接着在溶液中加入细菌培养物，细菌分解溶液中的尿素，形成碳酸盐离子。碳酸盐离子和可溶性钙离子发生反应的过程被称为微生物诱导方解石沉淀，当这种反应在土壤或沙子中发生时，生成的碳酸钙将土壤或沙子颗粒黏合在一起，以增加其强度，并填充它们之间的孔隙，从而减少水渗透进材料中。

最新研究负责人、土木与环境工程学院院长楚剑教授表示：“生物水泥是传统水泥的可持续可再生替代品，极具应用潜力。我们使用两种废料作为原材料，使生物水泥更具可持续性。从长远来看，这不仅会降低生产生物水泥的成本，还将降低废物处理的成本。”

结果显示，使用生物水泥加固的土壤无侧限抗压强度高达1.7兆帕，高于使用等量水泥处理的相同土壤的无侧限抗压强度，使用这种生物水泥适用于土壤改良项目，如加固地面或减少渗水，或控制海岸线侵蚀等。另外，细菌培养液和胶结液都是无色的，当涂在岩石上时，其原始颜色得以保留，这使新研制出的生物水泥对修复古老的岩石遗迹和文物很有用。

楚剑表示：“在生产水泥的过程中，人们需要在超过 1000 摄氏度的高温下燃烧原材料，这会产生大量二氧化碳。但我们的生物水泥在室温下生产，不燃烧任何东西，是一种更环保、能耗更低、碳中性的工艺。”

该团队目前正与新加坡的相关国家机构合作，对这种新型生物水泥开展试验，也在探索其进一步大规模应用，如通过密封裂缝修复道路、密封地下隧道的缝隙以防止渗水等。

## 国际领先！这项脱硫废水零排放“黑科技”通过鉴定

中国电力报发电周刊 2022.5.30

本报讯（记者许盼）报道 5 月 16 日，华电湖北发电有限公司黄石热电分公司“以空气为载体基于余热蒸发浓缩高盐废水及零排放技术”项目通过中国电力企业联合会科技成果鉴定。专家组一致认为，该成果整体达到国际领先水平，具有巨大的推广价值。

一直以来，脱硫废水是燃煤电厂处理难度最大的废水之一，其中含有大量重金属和氯离子，pH 值偏酸性、固溶物含量高且具腐蚀性。最难解决的便是氯离子和腐蚀性问题。为此，黄石热电联合中国华电科工集团有限公司、青岛达能环保设备股份有限公司、武汉天空蓝环保科技有限公司等多家单位于 2020 年成立项目攻关小组，尝试研发相关技术来破解这一难题。

研发团队通过团聚协同技术，以独有的高低温主烟道蒸发技术、使用钝化剂大幅降低氯离子腐蚀速率，成功破解脱硫废水零排放难题。

检测数据显示，该技术在不同工况下脱硫废水处理量为 2 立方米/小时，除尘效率提升 12.7% 以上，实现非碱基三氧化硫脱除，脱除率达 38% 以上，各项指标均达到验收标准。“该技术的应用，可大幅降低氯离子腐蚀速率，同时使细颗粒物团聚长大，提高除尘效率。此外，还能有效脱除三氧化硫，降低空预器堵塞风险，提高炉效，提高机组负荷的适应性。”鉴定委员会评价，该技术路线为解决相关问题提供了新思路。

同时，该技术还能根据煤电灵活调峰需求，达到不同的三氧化硫脱除率，切断硫酸氢铵形成条件，降低空气预热器堵塞风险。降低空气预热器出口烟气酸露点，提高炉效，突破性解决一直困扰燃煤电厂空气预热器堵塞和设备腐蚀的难题，真正达到节能减排增效的目的。

目前，该成果中使用的团聚复合剂已在多个电厂成功应用，为燃煤电厂绿色低碳转型提供了灵活多样的选择和整体解决方案。

## 广州建“地下水工厂”提高水资源集约循环利用

南方都市报 2022.5.25

普通污水处理厂采用地面式建设模式，存在占地面积大、臭气、噪声污染等问题，因景观性较差和邻避效应使周边土地难以开发利用，这对土地资源日渐紧缺的大中城市发展造成了较大的影响。为了破解水环保设施建设困境，广州在全国率先探索地埋式污水处理厂建设

运行模式，取得了优良的生态效益和社会效益，对广州黑臭河涌全部消除黑臭发挥了基础性作用。目前，广州形成全国规模最大的地理式污水处理服务能力，广州走出一条环保、景观、产业、城市更新多重功能有机融合的水污染治理新路子，创造了新型生态基础设施建设的“广州速度”和“广州样板”。

近年来，广州市坚持生态治理和城市更新相结合，聚焦城市水资源集约利用，破解城市污水处理厂建设运维之难，大力建设地理式生态化污水处理厂新型环保基础设施，有效补齐城市污水处理能力短板，在污水处理、循环再利用方面实现了经济效益、环境效益和社会效益的显著提升，推动广州建设全国地理式污水处理规模最大、技术集成最先进、样板最美的水环保产业先进城市。

晨曦下，微风里，只见花朵随风摇曳，小溪清澈蜿蜒，走进去，亭台楼阁移步换景，花丛水榭错落有致。没想到，在如此美丽的园林生态景观的地下，是一座污水处理工厂。

在地下 17 米深处，日处理能力 30 万吨的广州石井净水厂正在 24 小时运转。

#### **兼顾功能与美感 污水处理厂变身市民后花园**

“地理式”生态污水处理厂把设施全部转移到地下平均 17 米深处，“全封闭式”完成污水全部处理过程，臭气经过处理达标排放，不会外溢。而地面上的人工湿地和绿化景观，不仅能够搜集净化雨水，改善周边空气湿度，缓解城市热岛效应，还能与周边环境融为一体，形成具有美感的园林景观。

这种“地下建厂，地上建园”的设计让传统的污水处理厂“升级蜕变”，打上了一张污水基础设施“高品质”和“高颜值”的绿色名片。污水处理厂变身市民后花园、城市风景线，走出一条城市环保、城市景观和城市更新等多功能融合的新型水生态基础设施创新之路。转变人们过往对净水厂“环境差、气味重”形象的传统认知，有效化“邻避”为“邻利”，在建设过程中实现“四个零”，包括周边居民的零投诉、零上访、零建设阻挠、零负面舆情，为后续同类污水处理等环保生态项目的高效推进树立了样板。

笔者在石井净水厂、沥滘净水厂等公园式净水厂看到，厂内绿化及湿地面积均超过地面面积 50%。良好的生态环境有助于缓解区域热岛效应，丰富了厂区及周边区域的生物多样性。

绿树花径、滨水广场、清风栈道，三三两两的绿头鸭在湖面上游弋，市民于此可闻花香、听水声。石井净水厂采用全生态设计理念打造，整体绿化率大于 50%，地面建成大型园林景观公园；景观建筑设计融入岭南建筑的风格，与石井河相协调，形成城市绿地景观景点，得到周边居民认可和支持。

沥滘净水厂位于广州南部与国家级湿地广州海珠湿地相连。据介绍，沥滘净水厂三期处理工艺上采用先进工艺提升出水水质，大大强化了污水处理效果，设备自动化程度高，生产安全系数高，环境指标优于国家标准。同时，绿化景观采用了岭南园林特点手法，多处设计景观置石、花镜，结合海绵城市设计理念，增设雨水花园、旱溪和草沟等，营造湿地公园自

然环境。三期南侧结合净水出水口，建设出水口瀑布，增加南岭排渠的景观效果，与海珠湿地环境相协调，错落有序，使景观更加自然。

### 集约节约用地 有效盘活土地价值

集约节约用地、促进产业融合与综合发展、对净水厂上部空间进行综合利用、有效盘活土地价值，均是广州建设地理式净水厂的创新之处。以基础设施生态景观化黏合生产、生活、生态空间，无臭味、无噪声、环境美，创造绿色环保的友好城市空间，为土地综合利用创造了条件，营造周边城市品质空间开发提升的良好氛围。

地下污水处理厂遵循绿色发展、集约高效的发展理念，利用水厂地上空间可以拓展环保产业、体育产业、新能源产业、科创产业等多元化经营，实现单一环保设施向高品质的环境综合体转型，释放生态红利、环境红利、发展红利，成为污染防治的“利剑”和绿色水务的催化器，为城市注入了绿色发展的新活力。

广州建设生态化净水厂采用地理式设计和集约化布局，将几十个功能各异的工艺组团化、集成化，组拼成预处理区、污泥区、生化区、膜区等6个矩形模块，错高层叠于地下两层空间，不同构筑物共用墙体和设备，中间布置行车通道、检修通道和综合管廊，少量辅助建筑物建设在地面，大大提高了土地利用效率，节约了地下空间也释放了地面资源，把开阔空间留给城市和人民。

广州水务人正在节约集约利用土地方面作出自己的新贡献。自2010年广州建成华南第一座地理式净水厂以来，广州市累计建成地理式（半地理式）污水处理厂14座，总处理规模达到204万吨/日，地理式污水处理规模已达到全国第一，比同类工艺、同等规模常规地面污水处理厂节约用地30% - 50%，有效解决环保工业土地资源紧缺问题。

其中，位于花都区的大陵河三华净水厂合理利用天马河东侧河堤内用地，地下处理设施箱体位于林地下，业务楼位于北侧建设用地上。地下处理设施占地仅1.05公顷；吨水占地指标仅 $0.21\text{m}^2/\text{m}^3$ 污水，低于同类污水厂占地指标。三华净水厂与河堤完美结合的选址，解决了污水处理厂选址难的问题，为国内外污水厂落实选址提供了案例示范。

### 高标准完成污水处理 助力广州“长制久清”

在地理式净水厂里，配套了比较完备的再生水循环利用系统。污水经过处理和净化后，生态补水则能实现水资源循环利用。“高标准的出水达到再生水标准，和经过生态植被收集净化后的雨水，可以循环用于河涌水域的生态补水以及绿化、清洁用水等。”广州市水务局党组书记、局长姚汉钟介绍，目前广州城区的主要河涌每日都可以从沿线净水厂中得到充足的补水，2021年，广州市中心城区各净水厂全年中水回用量约5.9亿吨，再生水回用率39%。

花都区花山净水厂建设总规模达到17万 $\text{m}^3/\text{d}$ ，污泥处理系统按7万 $\text{m}^3/\text{d}$ 污水处理量产生的污泥进行处理，出水指标按照《地表水环境质量标准》准IV类水和《城市污水处理厂污染物排放标准》一级A标准的较严者执行。尾水经过提升后排放至地块东侧的铜鼓坑

河，同时部分尾水可作为上部景观公园的景观补水。

此外，白云区石井净水厂门外就是广州曾经著名的黑臭河涌——石井河，由于人口密度大、污水处理能力不足、截污不完善等原因，包括石井河在内的众多河涌常年黑臭，为周边群众所诟病，也是广州治水工作中必须拔掉的“硬钉子”。污水处理能力不足是石井河黑臭的重要原因之一，随着石井净水厂二期等净水厂的相继投产，现今的石井河早已脱离黑臭河涌行列，河涌两岸是跳广场舞、打太极的市民，河道中是翩翩起舞的白鹭，河水里还有欢快的鱼儿。

“人民城市人民建，人民城市为人民。构建新生态，城市更新发展呈现人水和谐新格局。地下污水处理厂体现人和自然的和谐，也是以人民为中心的具体体现”广州市水务局党组书记、局长姚汉钟说。

建设地理式生态化净水厂，是广州剿灭黑臭水体末端处理补短板的重要工程，也是新型生态基础设施建设绿色工程、民生工程、精品工程，为广州这座水域面积占比超 10% 的千年水城注入了绿色发展新活力。（赵雪峰）

## 国务院办公厅印发《新污染物治理行动方案》

中国环境报 2022.5.25

新华社北京 5 月 24 日电 国务院办公厅日前印发《新污染物治理行动方案》（以下简称《方案》），对新污染物治理工作进行全面部署。

有毒有害化学物质的生产和使用是新污染物的主要来源。目前，国内外广泛关注的的新污染物主要包括国际公约管控的持久性有机污染物、内分泌干扰物、抗生素等。《方案》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届历次全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，推动高质量发展，以有效防范新污染物环境与健康风险为核心，以精准治污、科学治污、依法治污为工作方针，遵循全生命周期环境风险管理理念，统筹推进新污染物环境风险管理，实施调查评估、分类治理、全过程环境风险管控，提升美丽中国、健康中国建设水平。

《方案》明确，到 2025 年，完成高关注、高产（用）量的化学物质环境风险筛查，完成一批化学物质环境风险评估，对重点管控新污染物实施禁止、限制、限排等环境风险管控措施；新污染物治理能力明显增强。

《方案》部署了六个方面的行动举措。一是加强法律法规制度和技术标准体系建设，建立新污染物治理跨部门协调机制，按照国家统筹、省负总责、市县落实的原则，全面落实新污染物治理属地责任，建立健全新污染物治理体系。二是开展调查监测，评估新污染物环境风险状况，动态发布重点管控新污染物清单。三是全面落实新化学物质环境管理登记制度，严格实施淘汰或限用措施，加强产品中重点管控新污染物含量控制，严格源头管控，防范新



污染物产生。四是加强清洁生产和绿色制造，规范抗生素类药品使用管理，强化农药使用管理，强化过程控制，减少新污染物排放。五是加强新污染物多环境介质协同治理，强化含特定新污染物废物的收集利用处置，深化末端治理，降低新污染物环境风险。六是加大科技支撑力度，加强基础能力建设，夯实新污染物治理基础。

《方案》指出，坚持党对新污染物治理工作的全面领导，地方各级人民政府要加强对新污染物治理的组织领导，国务院各有关部门要加强分工协作，2025年对本行动方案实施情况进行评估；强化监管执法，落实企业主体责任，严格落实国家和地方新污染物治理要求；拓宽资金投入渠道，引导金融机构加大对新污染物治理的信贷支持力度；加强宣传引导，充分发挥社会舆论监督作用。

### **强教育 细微入手提全民素质**

环境教育一直是重庆提升全民素养的创新方式之一。就在去年，重庆就创新开展了首届大学生绿色创新学习实践活动，11支市内高校团队参加课题研究，吸引超70万人次关注，成功推选两个团队入选清华大学SICGI项目。

在第六届中国绿色创新竞赛中，重庆两所大学分获重要奖项。重庆还联合生态环境部宣教中心开展“无废校园行动2021（重庆）”活动，吸引129万余人次关注。以动画片《环特工队》为原型，创编生态环境幼儿绘本，向全市7400所幼儿园免费发放。

去年举办的重庆“高校生态文化周”，以“美丽中国·青春行动”习近平生态文明思想重庆青年大学生宣讲大赛为序幕，青年师生以情景剧、小品、演讲等多种表现形式将发生在重庆的生态环保故事生动再现。

此次活动激发了更多的青年师生树立起尊重自然、顺应自然、保护自然的“价值观”，投身到生态优先、绿色发展的“主战场”，做好生产生活中减污降碳的“身边事”。此外，活动还对首批15所“绿色学校建设示范学校”进行授牌。活动结束后，重庆市深学笃用习近平生态文明思想宣讲团同步成立，40位宣讲团成员将在一年内实现全市区县、市级部门、高等院校和市属重点国有企业首轮宣讲全覆盖。

重庆推进的环境教育工作，从学龄前儿童一直到大学生，并且尤以大学生为主。重庆市生态环境局相关负责人表示，大学生是祖国的未来，更是人生观、价值观、生态观形成的关键时期，高等院校更是汇聚思想文化的圣殿，是淬炼人才技术的宝库，更是学习宣传贯彻习近平生态文明思想，弘扬生态文化、传承绿色理念的重要载体。

### **重创新 示范引领促全民合力**

2021年，创新开展接地气的面对面栏目“发言人来了——我为群众办实事”新闻发布活动走进大街小巷。截至去年年底，225场发布活动顺利开展，2000余个群众关心的问题得到解决，其中环保微宣讲成为“发言人来了”的重头戏。

脱虚向实，守正创新。解疑释惑，消怨化气。“环保微宣讲”正成为连接政府、企业和不同社会公众群体的纽带，搭建了公众眺望生态文明美好愿景的窗台，打开了不同群体参与

生态文明生动实践的窗口，也成为观察构建现代环境治理体系过程中全民行动情况的窗口。

通过环保微宣讲，社区广场、园区厂房、乡村院坝、学校讲堂，都成了“流动课堂”。生态优先、绿色发展的生态价值观正在以群众喜闻乐见的形式，唱响巴山渝水的每一个角落。

随着环境教育的深入推进，示范引领作用得到强化，越来越多的市民践行起绿色生活方式。

去年，重庆上线了覆盖碳履约、碳中和、碳普惠的“碳惠通”生态产品价值实现平台，通过“碳惠通”生态产品的开发、量化、交易、消纳来实现可持续发展的生态产品价值实现路径。

在供给侧，通过开发新的方法学，比如普通市民都能参与的跑步、骑车等，量化减排效益，将项目减排量以“碳惠通”产品的形式放到平台上进行交易，为企业、社会及个人的减排行动提供多元化产品，也为自然生态资源丰富的区域提供生态价值转化的新模式。

在消纳侧，企业购买获得“碳惠通”产品，可通过碳履约体系、碳中和体系来进行消纳；个人可以开设“碳账户”，购买“碳惠通”产品积累“碳积分”，可兑换绿色产品。

如今，一个系统有效、良性运作的全民行动体系正在重庆形成，重庆的市民更是亲身体会到，生态文明建设同每个人息息相关，美丽重庆需要每个人都做践行者、推动者。

## 汽车废塑料巧变石墨烯

科技日报 2022.5.31

科技日报北京5月30日电（记者张梦然）《通讯·工程学》杂志近日发表的一项可持续性研究称，能将回收利用的汽车废塑料变成石墨烯，并通过一种节能技术将其用于制造新的汽车部件。研究结果为全球在用的14亿辆乘用车产生的这种需填埋的垃圾，提供了一个潜在处理办法。

报废汽车产生的废塑料，在全部需填埋塑料垃圾中占了10亿吨，平均每辆车有200—350公斤塑料。出于各种原因，这类材料很难被再利用。比如，这些材料中有很多都是工程改造塑料，现有技术无法回收，而且传统回收方式需要将不同类型的塑料进行分离，回收成本高昂。

近期研究显示，将废塑料变成石墨烯是可行的，石墨烯是一种宝贵的材料（每吨价值6万—20万美元），具有高导电性和较高的热稳定性、化学稳定性等实用特性。这一研究或许是将汽车塑料回收变成石墨烯的可行手段，而且，石墨烯有时也会作为部分汽车塑料的添加剂，提高强度和噪音吸收率。

此次，美国莱斯大学研究团队演示了利用名为“焦耳热闪蒸”的节能技术，将二手车塑料转换成高质量石墨烯。该技术使用电流加热碳，将其变成石墨烯，只需使用低成本设施，且无需对塑料进行分离或分类，也无需溶剂、熔炉或水。

研究人员将福特 F-150 皮卡保险杠、垫片、地毯、垫子、座椅、门框压条一起粉碎，并演示了这个过程的一般步骤。他们又用回收得到的石墨烯增强了新的车用塑料，发现其性能与福特新投产的含石墨烯的塑料复合材料的性能相当。

团队随后又对这种从废物中回收的石墨烯/塑料复合材料再次使用焦耳热闪蒸技术加热，产生了更多的石墨烯。此外，他们还发现相比传统的石墨烯生产方式，焦耳热闪蒸技术在能源需求、全球变暖作用、耗水量方面都更低。

### 总编辑圈点

2020 年，美国莱斯大学的课题组发表了一种获取石墨烯的方法——通过焦耳热闪蒸方式，把含碳的廉价物体比如混合塑料废弃物转换成石墨烯。这种方法一箭双雕，既能降低制备石墨烯的成本，还能解决废塑料回收利用问题。焦耳热闪蒸技术可在极短时间内将不起眼的材料变成更有价值的石墨烯。沿着他们开创的这条的道路，莱斯大学又找到了富有前景的应用领域——汽车废塑料回收。用废塑料制备的石墨烯，还能用回到车辆生产当中。如果这项技术被大型车企采用，确实商机无限。

## 五、太阳能

### 智能涂层实现“白天集热、夜间制冷”

#### 从太阳和深空全天候获取能源

中国科学报 2022.5.10

如何更高效地获取和使用可再生能源？这次，科学家把目光投向了太阳和深空。

近日，中国科学技术大学工程科学学院教授裴刚、国家同步辐射实验室研究员邹崇文联合研究团队提出一种全新的能量利用方法。他们开发出一种光谱自适应智能涂层，解决了光热转换和辐射制冷过程中的“光谱冲突”，实现 24 小时全天候从太阳热源和太空冷源中捕获能量。

相关研究成果日前发表于美国《国家科学院院刊》。

#### 从直面“光谱冲突”开始

冷和热是能源最重要的终端形式之一，全球每年约 51% 的能源以冷量或热量的形式消耗。然而，目前这两种能量的供给主要依赖传统化石能源，无疑会进一步加剧环境问题。

因此，依靠可再生能源实现制冷和供热，对于全球节能和减少温室气体排放具有重大意义。

“相比地球环境，温度约为 6000K 的太阳和 3K 的太空是地球的终极热源和冷源。”论文共同第一作者、中国科学技术大学工程科学学院博士后赵斌向《中国科学报》介绍。

光热转换通过对太阳辐射直接利用，获得高温热量；天空辐射制冷则可以将地表能量以红外辐射形式通过大气窗口直接发射至低温太空，从而获得低温冷量。

口波段具有高发射率，在其余中红外波段具有低发射率，表现为辐射制冷特性。

为探索光谱自适应智能涂层在现实天气条件下的性能，在乌鲁木齐一个晴朗的秋日，团队进行了户外实验。

实验结果表明，这种涂层表面温度在白天可以比环境温度高 170℃，在夜间可以比环境温度低 20℃，具有白天光热转换、夜间辐射制冷的自适应功能，同时可实现 24 小时全天候运行，极大提升了冷热能量捕获的综合效率。

“这项研究提出了一种非常新颖的从太阳和太空捕获可再生能源的方法，将引起人们新的研究兴趣。”审稿人评述道。

“相关技术可以应用于建筑节能、汽车温控、光伏冷却、深空探测等领域。”裴刚说，下一步，他们将在材料规模化制备、冷热量高效收集与传输、逆向冷热调控等方向开展研究。（王敏）

## 17.5% 效率柔性有机太阳能电池问世

中国科学报 2022.5.5

苏州大学李耀文团队报道了银纳米线电极原子级化学焊接实现 17.5% 效率的柔性有机太阳能电池。近日，相关研究成果发表于《美国化学会志》。

纳米线（AgNW）电极具有易于调节的光电/机械性能，正引起人们的广泛关注，但其在 AgNW 结处接触不良会增加薄片电阻并降低机械稳定性。

该研究中，一种含有 Cl<sup>-</sup> 和二羟基的离子液体（IL）型还原剂被用于精确控制 AgNW 基 FTE 中银（Ag）的还原过程。IL 中的 Cl<sup>-</sup> 通过 AgCl 的形成和溶解来调节 Ag<sup>+</sup> 浓度，而二羟基缓慢减少释放的 Ag<sup>+</sup> 以形成金属 Ag。还原银以孪晶生长模式在 AgNWs 的接合处原位生长，促进了 AgNWs 和还原银之间的原子级接触。这种强制的原子级接触降低了片电阻，增强了 FTEs 的机械稳定性。因此，基于这种化学焊接 FTEs 的单结柔性 OSCs 实现了 17.52%（有效面积 0.062 cm<sup>2</sup>）和 15.82%（有效面积 1.0 cm<sup>2</sup>）的创纪录功率转换效率。即使在极端试验条件下，这些柔性装置也表现出强大的弯曲和剥离耐用性。

## 高温熔盐阀突破关键技术

中国能源报 2022.5.2

随着光伏风电等新能源的大规模部署，用于解决其间歇性输出难题的新型储能技术的重要性也日益提升。在此背景下，配置高性价比储热系统、具有调峰优势的光热发电技术，在经历首批示范项目实战检验后获得了更多的发展空间。

特别是今年以来，国务院、国家发改委、能源局、科技部等发布了一系列支持储热型光热发电发展的相关政策，给光热发电带来了前所未有的机遇。

目前，青海、甘肃和吉林三地，已有包括 111 万千瓦光热发电装机的多个风光热互补新

能源基地进入开发阶段。关键核心技术、关键装备和集成优化设计等全产业链国产化将是光热发电降低成本的方向。

### **扭转垄断局面实现阀门国产化**

在熔盐光热技术中，熔盐阀门占有举足轻重的地位。“由于国内光热熔盐系统阀门产业无前例可循，国内首批熔盐光热电站的熔盐阀门大多采用进口产品。”北京佳洁能新节能技术有限公司（以下简称“佳洁能”）董事长陈金环说，熔盐阀门一直被少数国际品牌垄断，价格昂贵，售后亦无保障，特别是在新冠肺炎疫情后，交货周期被无限期延长。

陈金环告诉记者，塔式电站下降管调节阀是全电站最贵、技术含量最高的一台熔盐阀门，是保证塔式熔盐电站正常运行的关键。基于此，佳洁能与苏州德兰能源科技股份有限公司联合多家科研院所，结合光热熔盐物性和具体工况，通过计算机模拟计算，对材料腐蚀性能、力学评定、冷热交变材料匹配等方面进行分析，经过6年技术攻关，成功研发了高温熔盐截止阀、熔盐调节阀、下降管大压差熔盐调节阀、熔盐逆止阀、熔盐蝶阀及熔盐仪表阀，取得了十多项熔盐阀门专利，并在多个试验平台和首批示范项目应用近300台。

据了解，佳洁能根据现场运行要求，以降压和控制流速的循环对流为核心来研发下降管大压差调节阀。产品在某项目运行一年多，未出现阀门内件冲刷和汽蚀、调节卡涩等现象，运行可靠，调节性能良好。

### **熔盐逆止阀：攻克难关 降本增效**

“熔盐阀门作为熔盐光热电站中的关键设备，不仅要在复杂苛刻的工况下运行，还要避免阀门内漏外漏、启闭卡涩及冲蚀等问题。”陈金环指出，熔盐阀的可靠性和安全性关乎整个电站的正常运行和效益，关键部位熔盐阀出了问题，可能导致整个电站停运，甚至可能拖累整个工程。

据陈金环介绍，作为熔盐储罐的熔盐泵出口，为防止泵停机反转，熔盐光热系统需要一台熔盐专用逆止阀做保护，由于在第一批光热示范项目期间，放眼全球都找不到适用熔盐的逆止阀，所以大部分项目只能选用进口品牌电液动快关蝶阀代替。

针对这种情况，佳洁能与苏州德兰技术团队和项目现场技术团队协作，开发出一种新型熔盐专用逆止阀。该阀门依靠介质本身流动而自动开、闭阀瓣，结构简单，无熔盐残留死角，无需外部动力，故障率低。

该产品国产化后，不仅作为熔盐专用阀门提高了运行可靠性，同时也降低了成本。相关数据显示，对于100兆瓦光热电站而言，此项可节省投资近500万元。

### **良好的使用效果为后续项目国产化打下基础**

2017年，哈尔滨锅炉厂与浙江大学、山东电力建设第三工程公司合作，在浙江大学联合搭建了塔式光热实验平台。该平台试验运行过程中熔盐最低温度为235摄氏度，最高温度为565摄氏度，所用26台熔盐阀门全部采用佳洁能产品。试验台运行45个月，启闭顺畅，调节性能较好，达到设计要求。“佳洁能熔盐阀可以满足光热发电集热储热换热系统使用。”

实际上，这两种技术原理相同、装置相似，如果将两种物理过程集成于同一装置，不仅能呈现夜间制冷和白天集热的双功能特点，还可大大提升装置的时间利用率和能量收益。

“但光热转换和天空辐射制冷对涂层的光谱选择性需求存在固有‘冲突’。前者要求涂层在整个中红外波段具有低发射率，后者要求涂层在大气窗口波段具有高发射率。”赵斌说。

目前，常用的光热转换和天空辐射制冷技术通过不同的光谱选择性涂层收集热和冷，但大多数方法是静态和单功能的，只能分别利用不同的固定涂层在白天提供加热、夜晚提供冷却。

而已报道的极少数光热转换—天空辐射制冷综合利用也多基于静态非选择性涂层，虽然能实现双功能耦合，但集热和制冷性能大大低于单一的光热转换和天空辐射制冷技术。

如何解决“冲突”，在实现两种装置功能叠加耦合的同时又不影响各自性能，是裴刚团队一直在做的工作。

### 会“变身”的二氧化钒

此次研究中，裴刚团队创新性提出一种光谱自适应调控机制，即涂层光谱选择性能可根据能量捕获模式进行“动态调整”。

该团队将目标瞄准了二氧化钒薄膜。邹崇文介绍，“二氧化钒是一种典型的强关联过渡金属氧化物，它具有特殊的金属—绝缘体相变特性，相变温度约为 68℃。”

当温度低于 68℃ 时，二氧化钒是一种不导电的绝缘体，能够同时透过可见光和红外线；当温度超过 68℃ 时，二氧化钒会瞬间“变身”为低电阻导体，可以阻挡红外线透过。

邹崇文说，利用二氧化钒这种温致相变过程中的动态红外光谱特性，再结合多层膜的涂层设计，有望实现自适应的光谱智能涂层，解决光热转换和天空辐射制冷过程中的“光谱冲突”。

记者了解到，二氧化钒薄膜的相变特性与其质量密切相关，因此高质量的二氧化钒薄膜制备是智能涂层的关键。

“钒原子具有多化学价态，而我们需要的是具有完美化学计量比的 +4 价二氧化钒，在制备过程中首先要控制生长过程中的原子比例。”邹崇文说，“原子比例多一点或少一点，对薄膜的相变特性影响都很大。”

此外，+4 价的二氧化钒还有各种相结构，而其中只有某种特定的单斜相结构才具有这种相变特性。邹崇文坦言，制备出纯相结构的二氧化钒薄膜仍是一项挑战。

经过不懈努力，邹崇文团队利用分子束外延和磁控溅射等手段成功研制了一种基于二氧化钒相变材料的光谱自适应智能涂层。

### 可应用于诸多领域

研究发现，这种智能涂层在白天太阳辐照下处于金属态，太阳吸收率为 0.89，红外发射率仅为 0.25，表现为光热吸收特性；在夜间无辐照条件下则处于绝缘态，涂层在大气窗

该项目负责人、浙江大学热能工程研究所教授周昊说。

据悉，首航一期二期项目改造大范围采用佳洁能熔盐调节阀、截止阀、蝶阀等。“佳洁能于2019年5月投入项目的阀门使用效果良好，完全可以代替进口熔盐阀。”首航高科熔盐光热项目技术负责人在《佳洁能熔盐阀使用评价》中表示。

2019年4月15日，兰州大成敦煌50兆瓦光热发电示范项目首批运行集热系统建成，并成功实现550摄氏度高温运行测试，系统各项指标均达到设计要求。该系统所用熔盐阀门皆为佳洁能国产熔盐阀。

得益于国产熔盐阀在实验系统的成功应用，兰州大成敦煌50兆瓦光热发电示范项目采用了佳洁能近200台的熔盐阀门，这也是国内首批光热发电示范项目较大规模采用国产熔盐阀，为后续光热发电关键技术国产化开了个好头。（范彦青）

## 中国风能太阳能资源年景公报发布

中国科学报 2022.5.5

本报讯（见习记者辛雨）日前，中国气象局发布《2021年中国风能太阳能资源年景公报》（以下简称《公报》）。

《公报》指出，与近10年（2011—2020年）相比，2021年，全国风能资源为正常略偏大年景，10米高度年平均风速较近10年偏高0.18%。山西、宁夏、内蒙古、河南、四川等地70米高度风能资源较近10年偏好，上海、贵州、海南、广东、青海、湖南、北京、甘肃等地风能资源较近10年偏差。

《公报》显示，2021年，我国东北地区西部和东北部、华北北部、内蒙古中东部、新疆北部和东部、西北地区西北部、西藏大部、华东东南部沿海等地高空70米风力发电机常用安装高度的风能资源较好，有利于风力发电。

此外，2021年我国太阳能资源地区性差异较大，总体呈现西部地区大于中东部地区，高原、少雨干燥地区多，平原、多雨高湿地区少的特点。

《公报》指出，2021年全国平均年水平面总辐照量约1493.4千瓦时/平方米，与近30年（1991—2020年）相比偏低1.69%，较近10年偏低1.28%。全国平均光伏发电年最佳斜面总辐照量约1748.7千瓦时/平方米，较近30年偏低1.11%，较近10年偏低0.74%。

### 热捕获技术迈出重要一步

## 红外辐射让太阳能在黑夜发电

中国科学报 2022.5.19

本报讯 白天，太阳辐射会让地球变热，但当太阳落山后，这些能量就会消失。随着热捕获技术的进步，太阳的巨大能量可能很快就能在黑夜中得到利用。

近日，澳大利亚研究人员成功测试了一种能够将红外热能转换为电能的装置。相关论文发表于《美国化学会—光子学》。

在这项研究中，新南威尔士大学悉尼分校光伏和可再生能源工程学院团队使用了一种被称为“热辐射二极管”的发电装置，类似于夜视镜的技术。

研究小组负责人 Nicholas Ekins Daukes 说：“18 世纪末和 19 世纪初，人们发现蒸汽机的效率取决于整个发动机的温差，热力学由此诞生。同样的原理也适用于太阳能——太阳提供热源，地球表面相对较冷的太阳能电池板提供冷吸收器。这样就可以发电了。”

当从地球发射红外辐射到外层空间时，地球是相对温暖的天体，广阔的太空非常寒冷。“根据热力学的相同原理，也可以利用这种温差发电——向太空发射红外光。” Daukes 说。

挪威研究人员 Rune Strandberg 首次探索了这种装置的理论可能性，而美国斯坦福大学研究人员正在研究夜间捕捉热能的替代方法。

这项新测试产生的能量很小（大约相当于一个太阳能电池的 0.001%），但概念证明的意义非常重大。

Daukes 表示，“我们通常认为发光是消耗能量的，但在中红外波段，我们都散发着辐射能，我们已经证明了由此获取电能是可能的。”

“我们尚未使热辐射二极管成为日常使用的神奇材料，但我们证明了这一原理，并希望未来几年能在这一基础上进行更大的改进。”他说。

该团队正在开发和改进自己的设备，以进一步利用夜晚的能量，并寻找潜在的合作伙伴。（王方）

## 太阳能制氢燃料有新方法

参考消息 2022.5.16

【西班牙《趣味》月刊网站 5 月 14 日报道】题：这种方法可以用太阳能来生产清洁氢气（记者 多克托·菲西翁）

存储电能有不同方法，例如电池或液压泵。其中大多数方法不能满足必要的需求或不能长期存储大量电能。但是，有一种能量载体可以使电能按照这些要求进行存储和分配，那就是氢。

现在，一项新研究告诉我们，太阳能可以干净地转化为可储存的氢燃料。

这项由英国斯特拉思克莱德大学领导进行的研究表明，太阳能可以被获取并转化为清洁的可再生燃料氢。

为避免气候变化的潜在灾难性影响，必须大幅减少温室气体排放，并获得必要的清洁和可及的能源，以消除我们对化石燃料的依赖。

温室气体是那些积聚在地球大气中并吸收太阳红外能量的气体。它会产生所谓的温室效应，从而导致地球全球温度升高。



英国政府计划通过使用可储存燃料氢来替代化石燃料。

大多数氢气仍由产生温室气体的天然气制成，我们迫切需要生产绿色氢气。绿色氢气是使用光催化剂从水中产生的，光催化剂是一种利用阳光将水分解成氢气和氧气的材料。

我们所说的绿色氢，指的是一种没有产生污染排放的氢。它被视为实现地球脱碳和履行应对气候变化 2050 年承诺的关键能源载体。

发表在德国化学学会《应用化学》周刊上的这项研究指出，在模拟阳光下使用带铼的光催化剂，有助于水的分解。

当用于燃料电池时，氢气在使用时不会排放温室气体，并且可以帮助需要用到燃料的航运和交通运输等行业以及制造业脱碳。

斯特拉思克莱德大学首席研究员塞巴斯蒂安·施普里克博士说：“有丰富的可再生能源资源（以太阳能的形式）来应对可持续能源挑战，到达地球表面的太阳能是全球社会每年所需能量的 8000 倍。”

所谓光催化剂，指的是一种将光化学与催化相结合的反应。也就是说，光和催化剂这两种元素都是实现或加速化学反应所必需的。

研究指出，“这对我们来说是向前迈出的重要一步，因为以前的系统依赖于使用所谓的‘牺牲试剂’来驱动反应。牺牲试剂是电子供体，可降低电子的重组趋势并加快氢的生成速度。现在，科研人员将这个过程变成了‘负能量’过程”。

“光催化剂（聚合物）引起了人们极大的兴趣，因为它们性质可以通过合成方法进行调节，从而可以在未来对结构进行简单而系统的优化，并进一步优化活性。”

研究人员说，另一个潜在优势是聚合物可以被印刷出来。这就可以使用具有成本效益的印刷技术进行规模化，就像报纸印刷一样。

施普里克说：“这对于大规模生产氢气以有效应对气候变化也很重要。”

## 阴阳离子共同作用，修补钙钛矿材料“漏洞”

科技日报 2022.5.11

能源短缺、环境污染是我国可持续发展面临的重大问题。利用太阳能发电有望改变我国的能源结构，解决环境问题。南京工业大学先进材料研究院秦天石教授团队近期利用一种阴阳离子对钝化材料，对钙钛矿“晶体大厦”的两种“孔洞”进行修复，全方位对钙钛矿材料进行缺陷钝化，并改变其化学性质，从而实现效率和稳定性的兼得，相关研究成果日前发表于国际学术期刊《材料》上。

“在‘双碳’背景下，提高钙钛矿材料及电池的环境稳定性对于实现钙钛矿太阳能电池商业化至关重要。”秦天石介绍，钙钛矿太阳能电池具有较高的功率转换效率，堪比目前商业化的硅太阳能电池，但由于其制作工艺简单，更加经济环保，已成为全世界科学家研究的“宠儿”，有望为实现“双碳”目标添砖加瓦。

然而，令研究者头疼的是，目前的钙钛矿太阳能电池依然对湿度、温度、光照的变化十分敏感，钙钛矿太阳能电池在温度升高、受到照射及遇水时极易降解，存在稳定性差等突出问题。

“钙钛矿材料如同食盐，是由阴离子与阳离子共同构成的一种晶体。”秦天石形象地介绍，在微观世界中，这座“晶体大厦”存在着诸多缺陷孔洞，会让外界水汽通过孔洞进入“大厦”内部，随着存水量的不断增加，最终“大厦”将会倒塌。从宏观角度来说，钙钛矿晶体就被分解破坏了。因此，科学家研发出各种材料对这座“大厦”的缺陷进行修补，保护它不受外界水汽侵蚀。

秦天石表示，阴阳离子共同构成晶体，因此钙钛矿“晶体大厦”也同时存在着阴离子缺陷和阳离子缺陷这两种“孔洞”，之前的国际同行都仅仅只是对一种“孔洞”进行修补。而他们运用一种阴阳离子对钝化材料，同时对钙钛矿“晶体大厦”的两种“孔洞”进行修复。这样做出来的钙钛矿太阳能电池的效率和稳定性都有大幅的提升。

南京工业大学博士研究生王俊滢介绍，这项研究成果，在一个标准太阳光下可以实现超过 23% 的光电转换效率，已经超过了当前商用的硅太阳能电池效率。同时，通过该阴阳离子的协同作用构建两个防水隔离层，能有效提高钙钛矿太阳能电池的稳定性，从而延长电池的工作时长，在连续光照下实现超过 1000 小时的环境稳定性。

“通过这项研究，我们用一个策略同时解决了多个钙钛矿太阳能电池的痛点，也为尝试制备更大面积的太阳能电池增添了信心，为实现钙钛矿太阳能电池商业化做好了准备。”秦天石说。（金凤 姜畔）

## 只用环境光和水 连续供电一年

# 藻类系统“变身”可再生生物光伏电池

科技日报 2022.5.13

科技日报北京 5 月 12 日电（记者张梦然）英国研究人员使用一种广泛存在的蓝绿藻为微处理器持续供电了一年，过程中只使用环境光和水。该系统具有以可靠和可再生方式为小型设备供电的潜力。该研究近日发表在《能源与环境科学》杂志上。

该系统的大小与 AA 电池相当，包含一种称为集胞藻的无毒藻类，可通过光合作用自然地太阳中获取能量，其产生的微小电流与铝电极相互作用并用于为微处理器供电。

该系统由普通、廉价且大部分可回收的材料制成。这意味着它可以很容易地被复制数十万次，作为物联网的一部分为大量小型设备供电。研究人员表示，它在处于离网情况下或在偏远地区最为有用，在这些地方少量电力就可能产生很大益处。

该论文的联合高级作者、英国剑桥大学生物化学系克里斯多福·豪教授说：“不断增长的物联网需要越来越多的电力，我们认为这必须来自能够产生能量的系统，而不是像电池一样简单地储存能量。”而且这个光合设备不会像电池那样耗尽电量，因为它不断地使用光作

为能源。

在实验中，该设备被证实可广泛用于为物联网设备的微处理器供电。物联网是一个庞大且不断增长的电子设备网络，每个设备只使用少量电力，通过互联网收集和共享实时数据。使用低成本的计算机芯片和无线网络，数十亿台设备成为该网络的一部分，从智能手表到发电站的温度传感器。到 2035 年，这一数字预计将增长到一万亿台设备，需要大量的便携式能源。

研究人员还解释了该设备可在自然光和相关温度波动下的家庭环境或半户外条件下运行的原因。藻类不需要喂食，它在光合作用时会产生自己的食物，尽管光合作用需要光，但该设备甚至可在黑暗环境中继续发电，这是因为藻类在没有光的情况下会继续处理一些食物，而这会持续产生电流。

### 总编辑圈点

物联网供电的复杂性，其实远超人们想象。现有的解决方案很多不再适用：首先使用锂离子电池为数以万亿计的物联网设备供电已被认为不切实际，因为它需要的锂是全球每年生产量的 3 倍；其次传统光伏设备在制造材料上还有值得商榷的问题；再者物联网用电可能既要有非常宽的输入范围，又要保持很高的效率不能让系统过热。在这种情况下，科学家将目光投向了藻类光伏电池，其未必会成为主流方案，但它为长久使用中最大限度地提高性能，同时又将损耗最小化带来更多选择。

## 新方法重塑制备流程钙钛矿太阳能电池刷新世界纪录

科技日报 2022.5.25

21.7%

研究人员运用涂布印刷、真空沉积等技术，在国际上首次实现了大面积全钙钛矿叠层光伏组件的制备，开辟了大面积钙钛矿叠层电池的量产化、商业化的全新路径。经国际权威第三方测试机构认证，该组件稳定的光电转换效率高达 21.7%，是目前已知的钙钛矿光伏组件的世界最高效率。

太阳能电池可将太阳能直接转变为电能，是一种获取清洁能源的重要途径。

光伏发电成本依赖于太阳能电池的光电转换效率。有研究显示，转换效率每提升 1%，发电成本可降低 7%，但目前晶硅太阳能电池光电转换效率遭遇发展瓶颈，因此，研发制备更低成本、更高效率的太阳能电池是实现光伏发电平价上网的关键，也将为实现“双碳”目标提供重要科技支撑。

近日，南京大学现代工程与应用科学学院谭海仁教授课题组和英国牛津大学学者，运用涂布印刷、真空沉积等技术，在国际上首次实现了大面积全钙钛矿叠层光伏组件的制备，开辟了大面积钙钛矿叠层电池的量产化、商业化的全新路径。

经国际权威第三方测试机构认证，该组件稳定的光电转换效率高达 21.7%，是目前已

知的钙钛矿光伏组件的世界最高效率。该成绩被最新一期的《太阳电池世界纪录表》收录，相关成果近日刊发于国际权威学术期刊《科学》。

### 生产成本更低、更节能

发展清洁、低成本的太阳能光伏发电，是实现碳达峰碳中和的重要途径与技术保障。2022年一季度，我国光伏发电量841亿千瓦时，同比增长22.2%。

“但是，随着技术的发展，传统的晶硅单结太阳能电池也遭遇了两个发展瓶颈，一是现有的工业生产能力的已经逼近晶硅单结太阳能电池光电转化效率的极限；二是成本高、能耗大，将石英砂提炼为工业硅，制成单晶硅的过程，需要超过1000℃的高温，而钙钛矿太阳能电池的制备大约需要100℃。”作为此次研究的通讯作者，谭海仁坦言，生产成本更低、更节能的钙钛矿太阳能电池，被视为近年来光伏产业发展的新机遇，而钙钛矿叠层电池的结构优化和技术创新将加速光伏产业实现降本增效。

此前，谭海仁课题组提出了新型隧穿结构，突破了全钙钛矿叠层制备难题，发展了增强钙钛矿晶粒表面缺陷钝化的新方法，创造了全钙钛矿叠层电池光电转化效率26.4%的世界纪录，并在国际上首次超越了单结钙钛矿电池的最高认证效率，相关成果已发表于《自然》等国际权威学术期刊。

“虽然实验室小面积钙钛矿电池已取得很高的转换效率，但大面积钙钛矿光伏电池块的商业化进程依然面临诸多挑战。”谭海仁并不讳言，此前的研究虽然已经制备出1平方厘米左右的高效钙钛矿叠层电池，但量产化的制备方法和电池块中互连结构的长期稳定性是实现产业化的关键瓶颈。

### 多项技术让材料均匀成膜

要实现量产化制备，首先需要解决宽带隙钙钛矿薄膜大面积均匀制备的难题。

“宽带隙钙钛矿中含有较高的溴化物组分，其溶解度较低，溶剂选择空间较小，结晶调控不易，难以获得高质量均匀致密的薄膜，国际上对其量产化制备技术研究几乎是空白。”谭海仁指出。

针对上述挑战，研究团队首次提出可量产化的全钙钛矿叠层电池制备方案，他们采用涂布印刷、真空沉积等制备技术替换实验室常用的旋涂成膜工艺，制备了20平方厘米的全钙钛矿叠层电池。

“此前我们使用的是旋涂工艺，即先把钙钛矿溶液涂抹在玻璃基底上，再用机器快速带动整块玻璃基底旋转，利用离心力让溶液分布在基底上形成薄膜，但这种方法会导致薄膜不均匀。此外，旋涂工艺的机器转速很快，所以很难带动大面积的玻璃基底旋转，这决定了它不适合量产钙钛矿太阳能电池。”谭海仁说。

为了让钙钛矿溶液能大面积均匀成膜，研究团队首先使用了刮刀涂布工艺。谭海仁解释，他们将溶液滴在透明的导电玻璃上，然后用刀片向前刮过去，这就在玻璃表面形成了一层均匀的湿薄膜，用这种方法，他们完成了空穴传输层、钙钛矿层的刷涂，再用真空沉积的

方法制备电子传输层和隧穿结构来保护第一层钙钛矿，然后再涂空穴传输层和第二层钙钛矿，真空蒸镀电子传输层和金属电极后，一个钙钛矿太阳能电池块框架就像搭积木一样“出炉”了。

仅搭好“房子”还不够，它还得“身材”匀称、结实。谭海仁说，最初制备钙钛矿叠层电池块时，因为溶液结晶时间久，薄膜还是不均匀，“后来想到，如果能像打印纸张一样，打印出来的瞬间墨水就干了，也许就能提高薄膜质量和生产效率”。

针对宽带隙钙钛矿在涂布过程中结晶调控难题，团队几经尝试后，将钙钛矿组分中 A 位阳离子的铯含量提高到 35%，再结合气吹辅助结晶的刮涂方法加速溶液挥发，终于得到了一个结晶性最好且平整致密的宽带隙钙钛矿薄膜，这为量产化制备全钙钛矿叠层组件打下基础。

铯为何会成为“天选之子”让电池快速稳定成型？谭海仁介绍：“铯是无机离子，不易挥发，会提高器件的热稳定性，还能减小晶格应变，提升器件的光稳定性，也能降低结晶势垒，加快器件成核速率。”

#### 避免不同材料互相“伤害”

“从理论上说，当前单层钙钛矿太阳能电池的光电转化效率最高仅为 33%，而双层结构最高可达 45%，发电效率越高，成本就越低。”长期的深入研究，让谭海仁发现，想实现钙钛矿电池内部结构“从一到二”的跨越，还要考虑器件材料间如何“和谐共处”。

“在串联型钙钛矿光伏组件中，每两个子电池的连接区存在复杂的互连结构。互连区内由于钙钛矿吸光层与背面金属电极间直接接触，钙钛矿中卤素离子会与电极中的金属相互扩散，导致金属材料被腐蚀、钙钛矿材料的电学性能下降，影响电池块的光电转换效率。”谭海仁说，为了克服这个难题，团队在钙钛矿吸光层与背面金属电极间，采用原子层沉积的方法，制备了一层二氧化锡电子传输层。

“二氧化锡是半导体材料，可以在低温度环境生长，导电性比较好。不会影响互连区域中金属电极与前表面透明导电氧化物电极间的欧姆接触。同时，二氧化锡电子传输层可以保形沉积于子电池间的互联区域，阻隔了钙钛矿与金属间的直接接触。作为电池活性区域中的电子传输层，它还阻止空气对窄带隙钙钛矿的氧化，实现了大气条件下组件的互联制备、测试和封装等操作过程。”谭海仁解释。

此创新性的组件结构设计，显著提升了组件的制备重复性、光伏性能以及稳定性。经日本电器安全和环境技术实验室测定，该全钙钛矿叠层太阳能电池块的光电转化效率为 21.7%，是目前报道钙钛矿光伏组件的世界最高效率，这一成绩被最新一期的《太阳电池世界纪录表》收录。

大面积钙钛矿叠层光伏组件展现的潜力激发了团队更大的斗志。谭海仁表示，如果要推动该技术的产业化，还要在印刷、制备钙钛矿的工艺上做更多研发。制备 20 平方厘米墨水相对简单，但如果扩展到 1 平方米大小，需要创新哪些技术条件，还需要持续验证。（金凤）

# 可“自愈”钙钛矿太阳能电池离应用有多远？

中国科学报 2022.5.16

25.7%，这是钙钛矿太阳能电池光电转换效率在短短十几年内突破的新峰值，已经超过目前广泛使用的硅基光伏发电效率。但是，钙钛矿太阳能电池的市场应用却没有后者广泛，产能还不到其千分之一。

“钙钛矿太阳能电池的水气稳定性和温度稳定性是投资人关注的重要指标。”开势资本合伙人唐沛在接受《中国科学报》采访时表示，“现阶段，我们希望投资一些有高技术门槛、能解决行业发展痛点、市场相对比较广阔的高科技项目。”

钙钛矿太阳能电池的稳定性也是科研界攻克的难点。日前，中国科学院合肥物质科学研究院固体所研究员胡林华课题组联合国内外研究团队，成功实现了钙钛矿太阳能电池的自修复，增强了湿度稳定性。相关成果发表于《能源化学》。

## 提升湿度稳定性

随着人们环保意识的提高，以及各国对碳排放的承诺，新能源材料成为当下的研究热点，钙钛矿就是其中之一。由于钙钛矿具有独特的光电特性，且制备成本远低于硅基太阳能电池，其商业化前景十分可观。

然而，由于对辐射、湿度等相对敏感，钙钛矿材料暴露在大气条件下容易降解，严重影响其使用的稳定性。胡林华告诉《中国科学报》：“开发高性能、高稳定 and 具有自修复功能的钙钛矿太阳能电池器件尤为重要，并且极具挑战性。”

安徽合肥雨季时间长，制备的电池放在室内做湿度稳定性测试时容易分解，这就要求研制的钙钛矿太阳能电池既能拥有高湿度稳定性，又能实现分解后重结晶。为此，胡林华带领团队将聚乙烯吡咯烷酮引入钙钛矿吸光材料，使其湿度稳定性得到明显提升。

为什么要引入聚乙烯吡咯烷酮？胡林华解释道，这是一种长链绝缘聚合物，具有高密度的极性羰基，将其引入太阳能电池中可以包裹碘铅甲胺，形成疏水“屏障”，阻止水分子的入侵。同时，聚乙烯吡咯烷酮还能抑制甲胺的分解和挥发，从而提高电池“自愈”能力。

此外，聚乙烯吡咯烷酮能够与碘甲胺形成中间络合物，抑制钙钛矿晶体的成核速度。“聚乙烯吡咯烷酮的引入，实现了电池多次自修复，不仅显著提升了电池的工作寿命，还使得钙钛矿薄膜缺陷减少、晶粒增大，提高了电池的光电转化效率。”胡林华说。

## 破除复杂环境下的障碍

在研究过程中，胡林华团队也遇到了一些难题，比如他们在调研材料时发现，虽然聚乙烯吡咯烷酮分子结构可以与钙钛矿材料的前驱体相互作用，它的羰基官能团还可对钙钛矿结晶产生调控作用，但难点在于从微观结构发现其作用机理。

后来，团队在查阅资料时了解到，国外有团队在钙钛矿理论的探究与作用机制的模拟方面做了很多有指导意义的工作，也许可以解决上述问题。于是，胡林华邀请相关研究团队加

人，并进行了多次探讨及实验验证，最终发现两者之间形成的氢键起到了重大作用。

“实际工况稳定性是决定钙钛矿光伏技术能否走向应用的关键因素，而光伏组件的实际使用环境更加复杂。”胡林华指出，“我们研究了高湿度条件下钙钛矿太阳电池的稳定性问题，一定程度上推动了实验室钙钛矿太阳电池在复杂环境条件下电池稳定性方面的研究。”

另外，这项研究也为封装后应对各种复杂环境的研究方向提供了指导意义。胡林华团队未来还会进行封装后的环境模拟实验，进一步研究相应的“自愈”效果。

这几年，钙钛矿的研究比较热门，每年都有不少研究论文在国际知名期刊发表。但胡林华团队却没有选择外刊，而是响应国家大力提升国内刊物影响力的倡导，选择了国内期刊。他说：“这篇论文的发表非常顺利，期刊编辑对我们的工作比较感兴趣，审稿人也提出了许多专业且具有指导意义的问题。”

### 投资人的观望

除了这篇文章提到的钙钛矿太阳电池可实现一定湿度条件下自修复外，光照和温度等条件下的稳定性也非常重要，胡林华团队还将继续开展相关研究。

作为投资人，唐沛对钙钛矿太阳电池稳定性的理解是，能不能在实际的户外工作条件下达到足够长的发电时间。他指出：“目前钙钛矿太阳电池的各个技术路线都有潜力，此领域有出现颠覆性创新的可能，但电池的实际稳定性还需要进一步示范验证。”

唐沛表示，市场上也有不少钙钛矿太阳电池的投资机会，但真正出手的投资人并不多。关注此领域的投资人应该对此类颠覆性创新项目的投资周期有一定认识，并且对此领域快速的技术进步足够敏感。

胡林华团队现阶段主要的技术攻关集中于高效稳定性、大面积制备和无毒化器件等。谈及钙钛矿太阳电池未来的应用，他表示，这几年的研究已取得一些成果，还需要进一步开展重点攻关，这也是产业化必经之路。

“只有以上问题都逐一解决，产业化才能实现。”胡林华期待团队的实验现象及原理发现能为钙钛矿太阳电池产业化提供指导。（沈春蕾）

## 石墨烯辅助电极转印“三步走”

中国科学报 2022.5.24

尽管芯片制程已经一步步逼近物理极限，人们对集成电路性能和尺寸的要求却丝毫没有降低。基于新结构、新原理的二维半导体器件以其独特的性能，有望解决硅基器件面临的“瓶颈”。然而，二维材料超薄的厚度（原子级厚度）使其十分脆弱，加工制造过程中极易造成材料损伤或掺杂，从而导致器件实际性能与预期存在巨大差异。

近日，中国科学院上海微系统与信息技术研究所信息功能材料国家重点实验室研究员狄增峰团队，开发出一种石墨烯辅助金属电极转印技术。该技术以锗基石墨烯晶圆作为预沉积衬底“生长”金属电极阵列，并利用石墨烯与金属间较弱的范德华作用力（一种分子间作

用力)，实现了任意金属电极阵列的“撕下来”和“贴上去”——无损转移，且转移成功率达到 100%。

该技术对二维材料工艺路径进行了探索，可能推开通向二维芯片应用新世界的大门。5 月 23 日，相关研究以封面文章形式在《自然—电子学》上发表。

### 材料“降维”功能升级

操控不同的原子一个个堆叠起来，并得到想要的材料，一直是材料学家的梦想之一。

2004 年，单原子厚度石墨烯的发现为二维材料（厚度从单原子层到几个原子层、电子仅可在两个维度自由运动的材料）的应用带来了希望。二维材料电子迁移和热量扩散被限制在平面之内，因而展现出三维材料没有的特性。

不同的二维材料晶体结构各异，因此呈现不同的电学或光学特性，在光电器件、热电器件、仿生器件、光电探测等领域展现出巨大的发展潜力。有材料学家预言，未来人们可以借助二维材料，在提升集成电路性能和功能的同时大大降低制造成本。

“二维材料有很多独特的性能，但它在实际应用中面临一些加工难题。”狄增峰告诉《中国科学报》，“随着集成电路逐步进入‘非硅时代’，开发适用于二维材料的半导体先进制程工艺的需求非常迫切。”

### 电极“生长”难题

电极是集成电路的基础，任何电子器件、电路都通过电极连接实现复杂的功能。

在集成电路制造工艺中，常规的电极“生长”技术是将金属原子束“打”到基底材料上。尽管金属原子束的能量有限，但对于超薄的二维沟道材料来说，溅射离子轰击会对材料造成损伤，导致二维沟道材料产生缺陷，或造成难以避免的掺杂，从而形成“非理想”金属/二维半导体界面，使半导体器件性能无法达到预期。

为解决这一问题，狄增峰团队和中国科学院上海技术物理研究所研究员胡伟达团队合作，另辟蹊径地让金属电极先在其他地方“生长”，“长”成后再把电极“像胶带一样‘贴’（转印）到二维沟道材料上”。

“一方面，转印技术不存在这种冲击的能量，不会对二维沟道材料造成损伤。”狄增峰说，“另一方面，此前人们在转印前，让金属‘长’在二氧化硅片上，二氧化硅片虽然看起来是个平面，但它的表面有很多‘悬挂键’，像手指一样伸在外面。因此，‘长’上去的金属电极会被这些‘小手指’拉住，转印前很难把它‘撕’下来。”

紧接着，该团队再次拓展思路，以锗基石墨烯晶圆作为预沉积衬底，“生长”金属电极阵列。由于石墨烯没有“悬挂键”的勾连，石墨烯与金属之间只有较弱的范德华作用力，“长”在石墨烯上的金属电极阵列很容易被“撕”（转移）下来。

### 达到“晶圆级别”加工

利用新的转印技术，该团队实现了任意金属电极阵列（如铜、银、金、铂、钛和镍）的无损转移，且转移成功率达到 100%。



“以前人们也能做到小面积或数个器件的转印。”狄增峰解释说，“现在可以转印‘金属电极阵列’，包括一些电路、比较复杂的结构都可以转印，甚至达到‘晶圆级别’。”

“通过原子力显微镜、截面扫描透射电镜，我们证明了剥离后的金属表面呈现无缺陷的原子级平整。”该论文共同第一作者、中国科学院上海微系统与信息技术研究所博士后刘冠宇说，“而且，铜、银、金、铂、钛和镍6种金属电极阵列均可成功转印至二硫化钼沟道材料上，形成理想的金属/半导体界面，并观测到理论预测下的肖特基势垒（金属/半导体边界形成的具有整流作用的区域）高度调控行为。”

在进一步工作中，研究人员通过选择功函数匹配的金属电极，成功制备出低接触电阻的二硫化钼晶体管器件阵列。该晶体管器件阵列具有良好的性能一致性，其开关比超过10<sup>6</sup>。

“业界普遍认为，开关比达到10<sup>6</sup>是一个门槛。”该论文共同第一作者、中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员田子傲说，“这意味着该器件有较好的栅控能力，说明用这种技术转印出来的产品，可以高效稳定地工作。”

目前，该技术可实现4英寸晶圆转印，这意味着该技术已经达到了“晶圆级别”。

“这项研究有两个亮点，一是实现任意金属无损转印，二是能达到‘晶圆级别’大规模制造。”狄增峰解释说，“晶圆加工时，内部数亿、数十亿器件不可能逐个去加工，只有达到‘晶圆级别’加工，才能让二维材料集成电路逐步成为现实。”

制造工艺中，不同功能的二维材料需要不同种类的金属电极相匹配。石墨烯辅助金属电极转印技术削弱了基底与金属电极之间的作用力，因而可以转移多种金属。

对此，论文审稿人说，“希望（该论文）尽快发表，让更多的同行能尽快用上这样一个‘普适’（适用于多种金属转印）的技术”。

“目前我们离二维集成电路应用还很远，但二维材料是未来‘非硅时代’集成电路的重要发展方向。”狄增峰说，“该研究为二维集成电路走向应用做出了非常必要的探索。”（张双虎 黄辛）

## NASA 推进衍射式太阳帆项目

科技日报 2022.5.31

科技日报北京5月30日电（记者刘霞）据英国《新科学家》杂志网站近日报道，美国国家航空航天局（NASA）向一个研究太阳帆的团队提供了200万美元的资助，以促进彩虹色太阳帆的研发工作。该团队正在开发可以利用帆上的衍射光脊朝任何方向移动的太阳帆。

太阳帆通过反射太阳光来工作：太阳光照射在帆上，从薄而有光泽的帆上反射的每个光子（光粒子）都会给飞船增加少量动量，推进飞船遨游太空。但现有的太阳帆存在一个很大的局限：如果想让其朝其他而非远离太阳的方向移动，就必须旋转整个帆，如此限制了飞船的灵活性。

美国约翰斯·霍普金斯大学应用物理实验室艾梅伯·杜比尔及其团队正在研究一种由衍

射材料制成的太阳帆，这种帆可在不旋转的情况下在不同方向反射光线。

杜比尔解释称，该太阳帆通过材料内微小脊状物来实现这一点，在帆上运行的电流可改变脊状物的方向。最终，因为帆上的脊状物能像棱镜一样反射各种颜色的太阳光，太阳帆因此也拥有了一个彩虹波纹的外观。此外，当光线从侧面反弹时，它会将整个飞船推向一侧，而非径直向前，而这个方向很难或不可能通过物理旋转来实现。

据悉，杜比尔团队也提出了一项使用新太阳帆的任务。该航天器将使用太阳帆到达围绕太阳的极轨，并观察太阳的顶部和底部。研究人员计划测试各种材料在太阳帆上和在天空中的工作情况，同时也为太阳探测任务开发各种设备。如果一切顺利，两年后当该项目结束时，他们打算派遣一支彩虹色的航天器“舰队”环绕太阳飞行。

## 最高转换效率达 22.4%

### ——晶澳科技发布首款 n 型光伏组件

中国电力报 2022.5.26

“从 p 型到 n 型，从 DeepBlue3.0 到 DeepBlue4.0X，晶澳科技始终秉持‘以客户价值为核心’的产品设计理念，持续提升光伏组件的发电表现，以期为客户创造更多价值，推动光伏在全球进一步推广和应用，在全球碳中和实现的过程中发挥更大作用。”5月18日，晶澳太阳能科技股份有限公司（以下简称“晶澳科技”）董事、高级副总裁牛新伟在晶澳科技2022年全球新品发布会上如是说。

发布会上，晶澳科技重磅发布旗下首款 n 型组件产品 DeepBlue4.0X，正式宣布进军 n 型产品市场。DeepBlue4.0X 是晶澳科技面向全球市场推出的新一代商业量产 n 型高效组件，基于当前在市场最受认可、产业链最成熟的 182 尺寸硅片，包含 54、72、78 三种版型，其中 54 版型适用于户用分销市场，72、78 版型适用于大型工商业及地面电站，覆盖全球市场各类应用场景需求。目前该产品已经通过第三方检测认证机构 TÜV SÜD 认证测试，获得 IEC61215 及 IEC61730 产品认证证书，并已通过第三方盐雾、氨气、沙尘等测试，适用于各种应用环境。

DeepBlue4.0X 组件在继承 DeepBlue 3.0 组件一系列优势的基础上，采用了高效 n 型 Bycium + 电池技术，具有更高质量的基体材料和结构，量产电池效率可达 24.8% 以上。同时，还采用了晶澳科技自主研发的高密度组件封装技术——零间距柔性互连技术（GFI），圆形焊带结合特殊的缓冲设计，消除了常规高密度组件电池连接处的隐裂风险，确保组件稳定、可靠，最高功率可达 625 瓦，组件最高转换效率可达 22.4%。

据晶澳科技产品技术部总监汤坤介绍，晶澳科技储备 n 型技术多年，经过持续的投入研发和生产实验，当前已具备量产条件。此前，晶澳科技已与 TÜV 北德在 CPVT 银川国家光伏户外实证基地针对该款组件的发电能力做了一年实证研究。结果显示，基于 Bycium + 电池技术的 n 型组件单瓦发电量比 p 型组件高 3.9% 左右。相比于主流 p 型组件，DeepBlue4.0X

组件 BOS 成本最大可降低 2.1% 左右，LCOE 成本最大可降低约 4.6%，可进一步提升项目的收益率，为客户创造更高的价值。（于海江）

## 六、地热能

### 地热能期待热起来

中国能源报 2022.5.16

“地热作为五大非碳基能源（太阳能、风能、水能、地热能、核能）之一，在‘双碳’行动中起到不可替代的作用。目前，地热开发迎来一个蓬勃发展的大好时机。尤其是中深层地热，资源开发潜力巨大。”近日，在 2022 年第四届地热开发百人论坛暨中深层地热能技术应用线上研讨会上，中国科学院院士、中国地热产业工作委名誉理事长汪集暘说。

但是，在汪集暘看来，如地热取热不取水、地热回灌、地热高效空气钻井等技术，还存在亟需突破的瓶颈。那么，如何让地热越来越“热”？

#### 中深层地热资源未充分利用

“目前看，我国在浅层地热利用方面做得还不错。但很多人热衷于开发深层的干热岩，它虽然数量大却取不出来，可望而不可即。与之形成对比的是，值得投入更多精力的中深层地热却被忽略了。”汪集暘坦言。

中国地热产业工作委主任、中信建筑设计研究总院有限公司副总工程师陈焰华称，水热型（中深层）地热资源潜力评估显示，我国水热型地热资源总量折合标煤 1.25 万亿吨，年可采量折合标煤 18.65 亿吨。其中，以中低温资源为主（资源总量 1.23 万亿吨，年可采 18.47 亿吨），高温资源为辅（资源总量 141 亿吨，年可采 0.18 亿吨）。

据记者了解，有业内专家在调研中发现，我国地热资源类型多样，目前已发现的中高温地热资源主要分布在西部地区，高温地热系统达 200 多处，总的热储热能约为 115 亿吨标煤，占全国热储热能的 81.6%，水热型中高温地热资源年可开采量折合标准煤约 1800 万吨，发电潜力约 7120 兆瓦，具有储量大、分布广、质量优等特点。然而，我国中深层地热资源的开发利用潜力远未充分挖掘和释放。

#### 新技术渐获实践

据陈焰华介绍，随着我国地热能新的技术理念不断涌现，地热资源开发亦走向深层，取热不耗水、全部同层回灌技术、无干扰井下换热技术，在陕西、河北、北京等地已逐步有一些实践。

以北京为例，今年 3 月，北京首个中深层地热（井下换热）试验井顺利通过专家评审验收，成功落地城市副中心站交通枢纽项目，验证了 2745 米深的地热井热泵系统为枢纽供暖的技术可行性，规模化应用后每年可减少二氧化碳排放量约 6 万吨。

在北京市发改委大力支持下，北京城市副中心站综合枢纽建设管理有限公司瞄准了北京尚未应用过的中深层地热（井下换热）热泵系统。据介绍，单口试验井占地只有 2 米×2

米，井内一根 20 厘米直径的钢管，钻进 2745 米深的地下，获得中深层地热能，可为建筑提供供暖热源。

据了解，该中深层地热井在 2000 米—3000 米内，且项目处于地质断裂带，地质条件复杂多变，行业内尚无同类项目范例与精准数据。为此，副中心站枢纽建设公司与北京市政总院、清华大学建筑设计院等多家单位通力协作，在试验井施工过程中同步进行地质勘探，不仅穿越了多处严重失漏区和坚硬地层，还攻克了成井工艺、井下换热、井温全程监控、热泵系统配适等核心技术难题。最终，结果显示，该井稳定输热能力达 550 千瓦，最高超过 660 千瓦。在采暖季，一口井就可解决不少于 2.5 万平方米建筑面积的供热需求。

验收专家组一致认为，该项目实现了中深层地热（井下换热）热泵技术的供热能力突破，为北京市进一步大规模推广应用提供了有益的实施经验和坚实的数据支撑。

在清华大学建筑学院建筑技术科学系副教授魏庆芄看来，以中深层地热能为基础，以零碳电力驱动，打造多种可再生能源耦合应用的清洁供能（冷、热、电）系统，可实现从清洁供热向零碳供能的提升。

### 需政策、技术等全方位发力

汪集暘结合目前我国中深层地热开发利用现状分析认为，中深层地热开发仍落后于浅层地热。

多位专家也表示，我国地热在利用方式和商业模式等方面还需要创新。若要地热市场真正“热”起来，还得再添几把火。

对此，中国地热产业工作委专家委员会主任郑克桉表示，地热的发展首先离不开政策的大力支持，同时也需要关键核心技术的支撑。“地热目前还是新生事物，技术上需要提高效率，经济上需要降低成本，如果没有政策支持，无法与常规能源竞争。就像当初的风电和光伏，如果没有国家的各种补贴支持，也不会迎来今天的大发展。”

另外，郑克桉指出，对地热征收资源税让地热行业雪上加霜。“各国都实行对可再生能源的优惠政策，对应征的营业税也适当减免，利用风能、太阳能都不需要缴纳资源税，但对地热仍在征收资源税。”郑克桉说，“既没有补贴，头顶又悬着巨额的资源税，这种情景下，还有哪个开发商愿意投资？”

谈及中深层地热开发的未来发展方向，汪集暘强调，必须加大科技投入，并将“政、产、学、研、金、服、用”等方面有机结合，才能推动产业持续健康发展。（张胜杰）

## 雄安新区实现小区块地热采矿权向大区块整合变更

中国自然资源报 2022.5.23

本报讯（通讯员 李腔涛冯渴龙特约记者范基姣）近日，由中国地质调查局水文地质环境地质调查中心（以下简称“水环中心”）作为技术支撑单位完成的河北省雄安新区容城城区、城南两个地热采矿权变更延续项目，取得了地热采矿许可证和取水许可证。这是雄安新区

区成立后，首例基于新规划完成的原有小区块方热采矿权向大区块整合变更延续项目。

雄安新区地热资源丰富。为充分发挥地热资源优势、提高资源配置效率，2019年，河北省雄安新区党工委、管委会印发实施的《雄安新区地热资源保护与开发利用规划（2019-2025年）》创新设置了大区块地热矿业权管理模式。2021年，容城县5个原有地热采矿权到期，需依指新的规划整合变更为2个新的采矿权。水环中心深部地热团队于2021年5月中标该项目。

该项目是雄安新区依法开展地质勘查、地热资源保护与开发利用监督管理的典型项目，为雄安新区地热资源规模化开发利用奠定了坚实基础。项目成果将助力雄安新区地热资源科学化管理、能源结构优化和“双碳”目标的实现。其中，该项目开展的地热管理政策研究，可有效协助雄安新区地热管理部门基于新规划创新地热采矿权变更延续的管理流程，为雄安新区已有地热矿业权由小区块向大区块变更延续奠定基础；创新的地热资源采灌均衡评价方法，可为地热矿业权预可行性和可行性阶段勘查评价提供技术支撑，为地热资源可持续开发提供技术保障；探索开展的变更地热采矿权储量评价、水资源论证、矿山地质环境保护与土地复垦方案等报告框架和编制内容，可为后续相关工作开展积累可借鉴经验。同时，该项目是水环中心依托已有地质调查项目拓展工作服务领域的一次探索，为促进重点业务领域科技成果转化发挥了良好的示范效应

## 七、海洋

### 新装置“轻松”淡化海水

参考消息 2022.5.10

【英国《泰晤士报》网站5月7日报道】题：按钮一按，饮用水自来

在一个万里无云的日子，朱忠耀（音）在海滩边打开一个小装置，看着它把海水吸入一个塑料杯中，这个过程消耗的电能比给手机充电还少。

他喝了一口，说：“味道和瓶装水一样。”他当时是在美国波士顿南部的卡森海滩上。但他也可以在一座荒岛上这样做，原理是一样的。

朱和他在麻省理工学院的同事们研制了一个便携式海水淡化系统，由电池或太阳能电池板提供动力，可供士兵、难民或自驾远航的海员使用。在到处都是水、却没有一滴能喝的情况下，他们只要打开设备就能解决问题。

发表在美国《环境科学与技术》月刊上的一篇文章描述了该系统的详细情况。它使用的是麻省理工学院电子工程和计算机科学教授韩中云（音）10年前提出的一项技术。

虽然现有的其他系统也可以将海水变成饮用水，但它们通常依赖非常耗电的高压水泵，利用压力迫使水通过过滤器。

韩的技术是让水流过薄膜之间的一个电场，分离出盐分子等携带正负电荷的粒子，并将它们导入废水管中排掉。此时仍有一些盐分留在水里，可重复这一程序将其去除。朱说，韩

10年前发表的一篇关于这个主题的论文发挥了“概念验证”作用。朱及其同事花了10年时间把这个概念变成现实，研制了一个可以放在行李箱中的海水淡化装置。

朱说，他第一次尝试使用这个装置是在一年前。当时，潮水涌来带入很多泥沙，潮退时，留下淤泥。他没考虑潮水的问题。他说：“在实验室做实验时，没有海浪，也没有风。现实中有太多意想不到的情况。作为一名科学家，有很多现实情况是你无法想到的。实地试用提供了一个绝佳机会，使我能了解海水淡化装置用户的真实处境。”

他说，这个装置配有一根塑料管，用于吸水，但“塑料管总是浮在水面上。有时，它吸入的只有空气。有时还有海藻。海藻会堵塞管道。后来，我在上面放了一个过滤器阻止海藻进入，还在进水管的末端放了重物，让它能沉入水中”。

通过改进，他现在可以把管子扔到海里，就像渔民抛出钓线一样。该设备制作一杯淡水大约需要半小时。

他说：“淡化海水的速度与电力消耗息息相关。在某些情况下，用户不在乎淡化海水所需的时间，但他们面临电力供应方面的问题。”他现在准备成立一家初创公司，为身处偏远海滨的人生产一种体积更小、更美观的海水淡化装置。

## 穿过这张膜 海水变淡水

### 我国科学家团队发明海水快速淡化膜 从实验室到规模化应用仍需继续探索

广州日报 2022.5.30

随着人口增长、经济发展及全球气候变化，水资源短缺问题日益突出，不少科学家希望从广阔的海水资源中寻求解法，海水淡化技术也在部分沿海地区得到推广应用，但如何大规模、可持续、低成本地淡化海水却一直是个难题。

近日，天津大学化工学院姜忠义、潘福生课题组和南开大学张振杰课题组研制出一种名为“共价有机框架”的新型膜材料（COF），可用于快速淡化海水，为高效海水淡化提供新机遇，相关研究已发表于国际期刊 *Nature Sustainability*。5月27日，广州日报全媒体记者采访了姜忠义教授。

#### 蒸发冷凝、穿过半透膜海水这样“变”淡水

据了解，目前全球的海水淡化技术超过二十种，主要分为两大类：以多效蒸馏和多级闪蒸为代表的热法脱盐技术，和以反渗透为代表的膜技术。

据介绍，尽管热法脱盐技术发展时间长，工艺设备及流程设计也更完善，但加热海水至水蒸气再进行冷凝成液态水过程复杂，在此过程中的能耗与成本相应较高。为降低海水淡化成本，膜法脱盐技术应用应运而生。21世纪以来，膜法脱盐技术迅速发展，逐渐蚕食热法脱盐市场，截至2019年，膜法海水淡化占比已高达65.7%。

膜法脱盐技术以反渗透为代表，即利用半透膜将淡水与其他物质分离，当海水接触膜时，水可通过膜的孔道，而盐离子和其它杂质则因颗粒过大无法通过膜，从而实现膜对盐离

子截留的效果。利用反渗透技术淡化海水时，无需对海水汽化，因此脱盐能耗与成本均得到显著降低。

姜教授表示，高性能膜材料是高效膜法脱盐的关键。理想的海水淡化膜材料应当孔道尺寸均匀合适，膜主体无明显缺陷，否则盐分也会透过膜进入膜的淡水一侧，无法实现水与盐的有效分离。

### 截住盐离子 让水快速通过六年内攻克“成膜”难关

从微观角度来看，海水淡化相当于实现水分子与盐离子的分离，然而水分子和盐离子大小尺寸相近，因此要求膜孔道尺寸介于水分子和盐离子之间；但传统高分子膜材料通常难以获得均匀孔径，为了实现有效海水淡化，往往制备致密的膜结构，这样的结构使得膜内部如同错综复杂的森林小道，在截留盐离子的同时也限制了水分子的通过，整体的淡化效率较低。

“膜技术在海水淡化领域具有绿色低碳节能等特点，所以我们也想在这方面展开探索。”姜忠义介绍，团队长期开展膜与膜过程研究，希望针对上述膜技术中低通量限制获得突破，将膜材料的孔径尺寸设计得恰到好处，既能截住盐离子，也能让尽可能多的水快速通过。

COF 即共价有机框架材料，最早在 2005 年前后由美国加州伯克利大学教授奥马尔·亚基发明。COF 具有高化学稳定性、大比表面积及高孔隙率等特点，并可根据分离需求调整孔道的尺寸和亲疏性，被视为可运用于海水淡化领域的新兴利器。

COF 材料在各方面的优越性引起姜忠义团队的研究兴趣，自 2017 年起，团队陆续尝试将这种材料用于电池质子传递、有机溶剂中的染料脱除等方面，积累相关成功经验后，他们将目光转向海水淡化领域。姜忠义介绍，COF 是一种结晶态物质，要制成粉末状态相对简单一些，但要拼接组装成超薄的膜材料则需经历更多额外工序，正因如此，“成膜”问题一直是 COF 在海水淡化中高效发挥作用的瓶颈。

“就像在同一块地方铺地砖一样，地砖块数越多，产生连接的地方就越多，砖缝是最容易有缺陷的。”姜忠义解释，COF 膜内部是晶体的拼接，晶体与晶体之间的边界脆弱，在实际淡化中容易被水流及盐“攻击”，如果将单个单元的面积做大，便可减少膜内的晶间边界，让“砖缝”变少。

为了填补边界缺陷，团队从沙堡蠕虫的筑巢过程中受到启发。沙堡蠕虫是一种软体动物，在筑巢时会先收集贝壳碎片、沙砾等作为建筑材料，而其分泌的胶状黏液可将碎片黏合在一起形成完整的居巢。COF 膜中的结晶态纳米片恰似基础的建筑材料，团队便设计制备了纳米带，将纳米带作为黏合纳米片边缝的“胶水”，这样一来，单片纳米片的面积增大，形成完整而牢固的膜结构。相关数据表明，通过调节纳米片与纳米带的比例，最佳 COF 膜对 3.5% 氯化钠溶液的截留率可以达到 99.91%，并获得较高的水通量。

### 正探索规模化制备淡化海水或先供工业

姜忠义表示，经过淡化的海水水质高于自来水，并且在技术上已可实现将淡化海水应用

到日常生活中。他认为，如果目前天然水可满足饮用需求，淡化海水可先供工业使用。他还透露，关于 COF 膜在海水淡化中的应用目前还在实验室研究阶段，还需要进一步探索规模化制备等问题，希望能进一步提高材料的性能，压缩制作成本，以便日后开展规模化生产。（程依伦 文字）

## 国际能源署报告探索海洋可再生能源与近海水产养殖融合发展

中国自然资源报 2022.5.13

【海洋能源系统官网 4 月 25 日消息】国际能源署—海洋能源系统（IET - OES）发布《近海水产养殖：海洋可再生能源市场》报告回顾了海洋可再生能源技术及其在近海水产养殖中的应用。报告提供了世界各地水产养殖能源需求信息，重点介绍了利用海洋能源技术和方案满足水产养殖能源需求的项目案例。报告还讨论了海洋可再生资源与近海水产养殖融合发展的机遇和挑战，涉及技术和运营流程、监管流程、经济影响等方面，并提出推动产业发展的对策建议。报告强调，海洋可再生能源具有为近海水产养殖提供电力的潜力，两者可融合发展。

## 含氟纳米结构可高速低耗淡化海水

科技日报 2022.5.13

科技日报北京 5 月 12 日电（实习记者张佳欣）世界各地面临日益严峻的水资源短缺问题。海水淡化是生产饮用水的一种方法，但往往伴随着巨大的能源成本。据 12 日发表在《科学》杂志上的论文，日本研究人员首次使用基于氟的纳米结构成功过滤了水中的盐。与目前主要的海水淡化方法（热能法和反渗透膜法）相比，氟离子纳米通道的工作速度更快，需要的压力和能量更少，是更有效的过滤器。

用含有聚四氟乙烯涂层的锅做饭，煮熟的饭就不会粘在锅上。这是因为聚四氟乙烯的关键成分是氟——一种天然憎水或疏水的轻质元素。聚四氟乙烯也可用于管道内衬以改善水流。

东京大学化学与生物技术系副教授伊藤洋敏及其团队试图探索由氟制成的管道或通道如何在一个纳米尺度上运行，以测试其在选择性过滤不同化合物方面的效果，特别是水和盐。

该团队通过化学合成纳米氟环来创建测试滤膜，这些纳米氟环堆叠并嵌入到其他不渗透的脂质层中，类似于构成细胞壁的有机分子。他们创造了几个宽度大约在 1 到 2 纳米之间的氟环测试样本，而人类的头发几乎有 10 万纳米宽。为了测试膜的有效性，研究团队测量了测试膜两侧的氯离子的存在。

“测试中较小的通道完全拒绝了盐分子的传入，而较大的通道相对于其他海水淡化技术甚至尖端碳纳米管过滤器也有所改进。”伊藤洋敏说，“真正让我惊讶的是，这个过程发生得非常快，比典型的工业设备快几千倍，比基于碳纳米管的实验性海水淡化设备快约 2400



倍。”

氟是电负性的，它排斥负离子，如盐中的氯。这带来的好处是分解了本质上松散结合的水分子基团（水簇），因此它们可更快地通过通道。该团队的氟基水淡化膜更有效、更快、操作需要的能量更少，而且非常易于使用。

研究团队未来希望改进合成材料的方式，提高膜的寿命并降低运行成本。

## 新型氧化石墨烯膜为海水提铀提供新思路

中国科学报 2022.5.26

本报讯（见习记者刘如楠 记者甘晓）近期，中国科学院近代物理研究所研究员白静等利用铀酰根（ $\text{UO}_2^{2+}$ ）和海水中主要杂质离子（ $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 及 $\text{Mg}^{2+}$ ）在水合离子直径上的显著差异，创新性地提出了膜分离预富集铀和传统方法相结合的海水提铀思路。相关成果发表于《化学工程杂志》。

海水中蕴藏有45亿吨的铀，是陆地铀储量的上千倍，能够满足未来核电长期发展的需求。但海水中铀浓度极低、杂质离子的浓度很高，使得海水中的铀提取面临巨大挑战。

为达到膜分离预富集铀的目的，科研人员充分利用氧化石墨烯（GO）膜良好的离子分离特性，制备出甘氨酸交联的氧化石墨烯（GO-Gly）膜。甘氨酸的交联克服了GO膜在水溶液中易溶胀的缺陷，膜的通道直径满足铀和杂质离子分离的要求；更为重要的是，该通道尺寸在水溶液中可长期保持稳定，满足在海水中进行预富集铀的要求。

研究人员详细研究了GO-Gly膜在单一离子溶液和模拟海水两种体系下，对海水中铀及主要杂质离子的截留和富集性能。研究发现，该膜对铀的截留率接近100%，并且仅明显富集模拟海水中的铀，而杂质离子浓度基本保持不变。GO-Gly膜所呈现的铀和主要杂质离子在截留与富集性能上的显著差异，表明其可作为一个候选材料用于海水中铀的预富集。

膜分离预富集铀和传统方法相结合有望大幅提高海水提铀的效率。

## 八、氢能

### 重点支持油氢气一体化综合能源站建设

广州日报 2022.5.7

5月6日，16届8次市政府常务会议审议通过《广州市加氢站管理暂行办法》（以下简称《办法》）。《办法》指出，市、区政府各部门将对建成并投用的加氢站加大鼓励、扶持政策，通过资金配套扶持、金融贷款扶持、用地政策支持等手段，推动加氢站持续健康稳定发展。加氢站建设项目验收合格后，各区城市管理部门按照相关法律法规的规定向加氢站经营主体核发《燃气经营许可证》，并在许可事项规定的范围内经营；市场监管部门按照相关法律法规的规定核发《气瓶充装许可证》。

### **鼓励各企业加快推进加氢站建设**

《办法》所称的加氢站，是指为氢燃料电池汽车、氢气内燃机汽车或氢气天然气混合燃料汽车等的储氢瓶（罐）充装氢燃料的专门场所及专门设施，包括制加氢一体站、固定式加氢站和撬装式加氢站。

《办法》指出，在符合相关标准规范和安全条件的前提下，鼓励各企业加快推进加氢站建设，广州鼓励各企业推进与汽车加油站或者加气站等合并建设的油、氢、气一体化综合能源站。

广州将重点支持油、氢、气一体化综合能源站，制加一体站建设，鼓励利用现有加油（气）站改扩建加氢站。在满足有关技术标准要求前提下，现有加油（气）站在红线范围内改扩建加氢站可视为已纳入加氢站专项规划。

《办法》明确，在符合广州市加氢站专项规划的前提下，支持合法建设的汽车加油站、加气站利用现有土地建设加氢站；允许在物流园区、露天停车场、公交站场和燃料电池汽车运行比较集中的路线，在满足安全规范的前提下建设自用加氢站。

市城市管理部门是广州市加氢站行业管理部门，负责统筹协调加氢站管理中的重大问题，对各区的加氢站运营管理工作进行业务指导。

### **加氢站需建立数据采集与监测系统**

《办法》指出，加氢站设计、施工、监理单位必须具备相应资质，加氢站的设计、施工、监理单位应当按照国家技术规范规定的安全距离或专业主管部门划定、审定的安全保护范围和控制要求进行设计、施工、监理，建设单位应当将施工图报施工图审查机构组织设计审查，并根据相关法律法规进行施工许可申请工作。

按照《办法》的规定，《燃气经营许可证》有效期为5年。经营企业分立、合并、中止经营，或者变更经营许可证载明内容的，应当在30日前向原核发部门提出申请并提交相关资料。经审查符合条件的，原核发部门应当予以办理。

《办法》要求，经营企业应当建立加氢站数据采集与监测系统，并保存数据，其中音视频连续录制数据的保存时限不少于三个月；非音视频连续录制数据的保存时限不少于一年，这些非音视频连续录制数据包括氢气设备运行日志（运行参数、维护保养记录、检验标定记录），充装、加注信息，安全监控系统数据，氢气质量记录，隐患、事故处置记录，应急演练记录，人员培训记录……

### **明确加氢站加氢作业应遵守相应规定**

《办法》指出，加氢站不得为有下列情形的用氢车辆加氢，其中包括车辆未办理机动车注册登记的、未悬挂汽车牌照的；氢气瓶未办理车用气瓶使用登记的；氢气瓶未设置电子识读标志的；氢气瓶超期未检验、定期检验不合格或超过设计使用期限的；其他不能保证充装和使用安全的。

《办法》还提出加氢站加氢作业时应遵守的规定。其中加氢站应指定安全负责人负责加

氢作业监护，每部加氢机应有一名以上操作人员；操作人员应站在车辆侧面引导车辆进站，并与加氢岛保持安全距离；检查车辆储氢瓶、阀门等是否齐全；加氢胶管不得交叉或与其他设施缠绕；加氢过程中应监视加氢机计量仪表，操作人员不可中途离开车辆；加氢过程中禁止清扫、维修车辆等容易产生静电的一切危害作业安全的活动。（龙锟、申卉）

## 表面活性剂泡沫材料让储氢更高效

中国科学报 2022.5.5

**本报讯** 储氢能力对于间歇性氢能源供应至关重要。最近，印度贾伊斯拉吉夫·甘地石油技术研究所的一个科研团队，初步探索并报告了表面活性剂泡沫在多孔介质中提高储氢效率的可行性。相关成果在线发表于美国化学会的《能源与燃料》。

人们经常在多孔介质中储存氢气，但多孔介质的气体流动性降低了储存效率。为了提高储氢效率，科研团队在研究中使用压缩空气和非离子表面活性剂，在瓜尔豆胶溶液中制备泡沫；同时把沙子制成的预制砂包作为多孔介质，并将这些泡沫注入到砂包中，从而对储氢进行评估。

研究表明，泡沫作为多孔介质中的流动性控制流体，使储氢量大幅增加了1.5~2.7倍；通过调整泡沫在多孔介质中的占比，可进一步实现最强的储氢能力。

此外，废弃油井也被认为是储氢的理想场所。该研究同时表明，原油的存在会降低泡沫稳定性，因此不建议在原油量大的枯竭油田中注入和储存氢气。（郑金武）

## 科学家利用甲烷高选择性制备乙烷和氢气

中国科学报 2022.5.27

**本报讯**（见习记者王敏）中国科学技术大学熊宇杰教授、龙冉教授研究团队与杨金龙院士团队、南京大学邹志刚院士团队科研人员合作，创新了光催化甲烷无氧偶联的催化剂设计，实现了高选择性制备乙烷和氢气，效率达到中温热催化甲烷无氧偶联水平。研究成果近日发表于《自然—通讯》。

甲烷是天然气、可燃冰、沼气等的主要成分，广泛分布于自然界。将储量巨大的甲烷资源转化为具有更高经济附加值的燃料或化工产品，具有重要的科学意义和应用前景。光催化甲烷无氧偶联方法可以在温和条件下将甲烷直接转化，同时获取多碳烃类和氢气。

熊宇杰介绍，“一方面，光催化甲烷无氧偶联方法无需通过甲烷重整和费托合成的两步间接转化法，避免了流程复杂、能耗大、生产成本高的缺点；另一方面，该方法无需苛刻的反应条件，避免甲烷过度氧化生成大量二氧化碳等副产物。”

目前常用于甲烷无氧偶联的光催化剂主要是金属氧化物半导体材料。熊宇杰说，“该光催化剂中的晶格氧原子极易将甲烷过度氧化，所以依然会产生部分一氧化碳、二氧化碳等副产物，并导致催化剂完全失活。”

为解决该问题，熊宇杰和龙冉团队提出通过单原子配位负载的方法来调控光催化剂的价带电子结构，并形成了极为稳定的单原子和晶格氧的配位结构，避免晶格氧原子直接参与光催化甲烷无氧偶联反应，从而在提高光催化甲烷无氧偶联性能的同时，降低甲烷的过度氧化程度。

基于该策略，研究团队实现了每克催化剂每天产生 0.7 克乙烷，其选择性达到 94.3%，同时还能产生同比例的氢气。研究人员进一步通过元素掺杂的方法，提高了催化剂中晶格氧的稳定性，进而增加催化性能的稳定性，为发展高效光催化甲烷无氧偶联催化剂提供了新思路。

## 为氢能产业扶正发展定位

中国科学报 2022.5.11

近日，《氢能产业发展中长期规划（2021—2035 年）》（简称《规划》）正式发布。《规划》明确了氢的能源属性，以及氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，氢能产业是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向，是构建绿色低碳产业体系、打造产业转型升级的新增长点。

“《规划》的象征性意义比实质性意义更大，它给氢能产业一个明确的发展定位，推动氢能产业与国家大战略融合，为氢能燃料电池产业的持续发展提供了新机遇。”在近日举办的线上“《规划》解读会”上，同济大学汽车学院教授张存满表示，对整个氢能燃料电池产业的发展而言，《规划》的发布是一个最重要的标志性事件。

### 具有里程碑意义

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，对构建清洁低碳、安全高效的能源体系，实现碳达峰、碳中和目标具有重要意义。

我国拥有规模较大、基础较好的“氢气产业”，目前是世界第一大氢气生产国，氢气主要作为化工原料气体广泛应用于石油炼制，合成氨、甲醇生产等传统产业。但是，因其易燃易爆，人们更为关注其危险化学品属性，对其能源属性认知不足。

“此次《规划》的出台具有里程碑意义。”氢云链创始人邱月盈认为，《规划》是对中国氢能产业 20 年发展的认可、总结和展望。“首先是给予氢能产业一个明确的定位，也可以理解为给氢能产业发了一个正式的‘身份证’；其次是指出目前氢能产业的发展方向和发展重点；最后指出了氢能产业的发展方式。”

“《规划》的亮点在于突破了氢燃料电池汽车的范畴，从‘大氢能’概念出发，在以往政策基础上，有继承、有更新、有变化。”邱月盈表示，《规划》的出台，符合国家安全、能源革命、“双碳”目标和产业转型升级的大背景要求。

目前，我国多地陆续制定氢能产业相关规划、实施方案等政策文件，布局建设加氢站等基础设施，推动燃料电池车辆等氢能多元化应用。

“在氢能产业萌动之际，《规划》的出台符合业界期盼，为氢能科技创新和产业高质量发展指明了方向。”中国国际工程咨询有限公司总工程师杨上明表示，《规划》将对氢能产业发展起到规范引领的作用。

### **绿氢是主要发展方向**

氢气根据制取方式不同，有灰氢、蓝氢、绿氢等之分。灰氢是通过化石燃料（例如石油、天然气、煤）燃烧制取的氢气，碳排放量最高；蓝氢是在灰氢的基础上，应用碳捕捉、碳封存技术，实现低碳制氢；绿氢是通过光伏发电、风电以及太阳能等可再生能源电解水制氢，制氢过程中基本不会产生温室气体，因此被称为“零碳氢气”。

按照此次《规划》，可再生能源制氢是主要发展方向。以电解水制氢为基础的氢电互变技术，为可再生能源储能提供了新的技术选择，这也是实现可再生能源规模化开发利用的重要技术路线，将成为氢能产业发展的重点方向。

“《规划》整体强调绿氢方向，严控化石能源制氢；鼓励各地因地制宜，根据实际发展副产氢或绿氢。”邱月盈表示，这与我国提出的“双碳”目标要求相符。

“长期来看，绿氢是方向，而蓝氢主要体现资源的综合利用。”张存满说。

他认为，《规划》鼓励副产氢的就地利用，因为氢气经济性运输半径是有限的，有条件的地方可以上马氢能应用项目。“国家鼓励因地制宜，充分利用现有的副产氢，但不鼓励走化石能源制氢的路线。”

广东佛山环境与能源研究院院长赵吉诗注意到，此次《规划》没有着重提及蓝氢的发展。“不提蓝氢是出于‘审慎’的考虑。国家担心产业界借着发展氢能的名义，大上快上化石、煤制氢等项目。”赵吉诗说，“对于副产氢发达的地区，可因地制宜发展氢能应用。”

### **支持产业发展不再以补贴为主**

过去我国发展新兴产业，财政补贴是重要的支持方式。但随着补贴退坡，产业项目草草收场、一地鸡毛的案例不在少数。

邱月盈认为，《规划》透露的一个重要信息是发展氢能产业，财政补贴是有限的，鼓励通过社会资金解决产业资金问题；《规划》支持符合条件的氢能企业在科创板、创业板等资本市场融资。

“对新兴产业补贴扶持的黄金期可能已经过去。”赵吉诗表示，现阶段业界对氢能产业能否得到类似纯电动、光伏、风电起步期的粗放式补贴，不应抱有太大期望，“氢能产业的发展可能会是一个比较辛苦、自力更生的过程”。

张存满也认为，氢能产业一定没有过去新兴产业高额补贴的空间。那么，应如何解决氢能产业发展的资金问题呢？他认为可以从3个层面尝试。

“一是从资本市场获取产业发展资金，有点像互联网科技企业的发展路子；二是传统企业加大资金的投入，比如潍柴动力、国电投氢能等企业，把在传统制造业中获取的部分利润向新产业转移；三是从商业模式中找钱，探讨商用车的商业化创新模式，向政策要红利、要

效益。”张存满说。

张存满强调，《规划》为氢能产业的发展指明了方向，但一定不能再搞“大水漫灌”式的补贴，这会形成巨大的浪费，并导致“劣币驱逐良币”现象的出现。

目前，各省区市纷纷出台氢能产业发展规划。对此，张存满建议，一定要根据各地的资源禀赋、产业基础、应用场景，认真布局。“先要搞清楚为什么发展氢能，再慎重布局，不宜盲目扩张。”（郑金武）

## 我科学家实现常压下二氧化碳加氢制长链烯烃

科技日报 2022.5.16

科技日报合肥5月15日电（记者吴长锋）记者15日从中国科学技术大学获悉，该校曾杰教授研究团队开发出一种铜—碳化铁界面型催化剂，实现了常压条件下二氧化碳加氢高选择性制备长链烯烃。相关成果日前发表于国际学术期刊《自然·通讯》。

长链烯烃在精细化工领域具有广泛应用。目前，工业合成长链烯烃的普遍方法是基于乙烯的齐聚反应，而乙烯主要来自石油资源。与之相比，利用可再生能源电解水制氢，再与二氧化碳反应直接制备长链烯烃，则会产生巨大的环境效益。

过往的研究表明，二氧化碳加氢制备长链烯烃要经历三个步骤：第一步是二氧化碳加氢到一氧化碳，第二步是一氧化碳加氢到甲基和亚甲基，第三步甲基和亚甲基在催化剂表面聚合得到长链化合物，包括烯烃。“难点就在于第三步，甲基和亚甲基的聚合需要足够高的压力，在常压条件下无法产生足够多的甲基和亚甲基，从而难以聚合形成长链产物。”曾杰教授表示，找到一条不依赖于甲基和亚甲基聚合且能够在常压下进行碳链增长的反应路径，成为实现常压二氧化碳制长链烯烃的关键。

为此，曾杰团队开发出铜—碳化铁界面型催化剂。研究发现，铜具备一氧化碳的非解离吸附能力，碳化铁能催化生成甲基和亚甲基。在铜和碳化铁的界面处，铜位点吸附的一氧化碳插入到甲基和亚甲基的端基，然后加氢脱水形成新的甲基和亚甲基单元，如此循环往复使碳链增长，最后脱附形成长链烯烃。

正是由于这种特殊的碳链增长方式，使得该催化剂在常压条件下对长链烯烃的选择性高达66.9%，跟目前文献报道的在高压反应条件下的世界纪录值（66.8%）相当。

审稿人评价该成果：能在常压下实现二氧化碳加氢制备长链烯烃极具挑战且很有新意。这项工作为开发二氧化碳的高值利用技术提供了一种新方案。

## 我国固体氧化物电解池制氢研究取得新突破

科技日报 2022.5.24

5月23日，记者从位于武汉东湖高新区的武汉华科福赛新能源有限公司（以下简称华科福赛）获悉，该公司研发的 $15 \times 15 \text{cm}^2$ 单电池固体氧化物电解池（SOEC）电堆稳定运行

时间已超过1040小时；在800℃工作温度下，最大电解功率达到831瓦，最大电解效率高于97%，每立方米产氢电耗在2.86—3.35度之间，稳定运行电解功率高于600瓦。这些SOEC技术指标在国内公开报道中处于领先水平。

氢气是高热值的二次能源，其利用不产生污染和温室气体。目前，氢气的主要生产技术是天然气重整，会产生CO<sub>2</sub>，存在环境污染和温室效应问题。电解水制氢是氢与氧反应生成水的逆过程。如果利用可再生风、光电和废热，SOEC电解水所生成的氢气为绿氢，不伴随任何污染和温室气体排放。与其他低温电解水技术相比，如碱性水电解槽和质子交换膜电解池，SOEC是一种高温电解水技术，具有更高的转化效率，甚至接近100%。

据华科福赛总经理李锋介绍，该项目技术团队在国家863计划的支持下，2015年实现了5千瓦固体氧化物燃料电池（SOFC）发电技术的突破，并开始了产业化进程。经过不断的技术攻关，目前在单电池、电堆、发电系统以及测试设备等方面积累了丰富的经验，形成了从关键材料、单电池和电堆制备到独立发电系统集成以及测试设备制造的能力。

SOEC的工作原理是SOFC的逆过程。从去年开始，华科福赛在其SOFC技术的基础上，开展了SOEC相关技术的研发。作为绿色能源技术，SOFC可以利用氢气发电，SOEC可以电解水制氢，它们的结合对风光利用和储能调峰均具有重要的意义，并展示广泛的应用前景。（刘志伟 汤梦）

## 多国“试水”天然气掺氢 技术、成本、减排效果仍存挑战

中国能源报 2022.5.16

一直以来，掺氢作为天然气领域降碳的一种有效方式广受行业青睐，但多家行业研究机构近期发出“警告”称，目前天然气掺氢领域仍存在技术、成本、减碳效果有限等多重挑战，大规模推广仍待时日。

近日，西班牙第二大天然气分销商Nortegas宣布开启该国首个天然气掺氢试验项目，计划逐步提高天然气基础设施和设备中的氢气比例，尝试使用天然气和氢气的混合气体发电。

### 项目层出不穷

综合多家外媒报道，Nortegas计划在气体注入系统、气体压缩系统等环节中逐步测试掺氢效果，同时将测试智能混氢装置，循序渐进地提高天然气系统中的掺氢比例，实现天然气管道的转换改造。另外该公司表示，也将研发适用于100%氢气体系的新材料和零部件，最终实现纯氢气供能。

事实上，除西班牙外，天然气掺氢的“潮流”已经席卷多国。截至今年5月，英国、美国、比利时、德国等国家均已启动了天然气掺氢规划，我国甚至已有天然气掺氢的商用项目落地。

去年上半年，英国首个天然气掺氢试验项目获得了积极结果。今年1月，英国电网机构

ENA 又宣布，2023 年要实现在天然气管道中掺氢 20% 的目标，为此，英国政府已要求本土 5 家天然气管网运营商做好准备。去年，欧盟委员会也曾公开表示，欧盟正在制定针对家用供热锅炉的最新标准，其中“至少满足 20% 掺氢比例”的要求引人注目。

值得一提的是，今年初，国家电投集团宣布，首个燃气轮机掺氢燃烧示范项目正式投运，整体方案可行性得到验证。据了解，这也是全球范围内首个在天然气商业机组中进行掺氢燃烧的联合循环、热电联供示范项目，改造后的机组具备了纯天然气和天然气掺氢两种运行模式的兼容能力。

### 技术仍待完善

业内普遍认为，对天然气掺氢这一新兴技术的尝试好处颇多，其中最为重要的是降低天然气这一化石燃料的消费量。欧盟气候专员 Frans Timmermans 曾公开表示：“天然气相关基础设施的‘双重用途’越多越明显，这将帮助社会过渡到使用绿氢的情景。”英国官方机构也曾测算称，按照英国的天然气消费水平，如果能够实现 20% 的掺氢比例，每年英国在供热供电方面有望减少 600 万吨二氧化碳排放。

与此同时，业界也广泛达成共识，认为在天然气管道中掺氢的比例控制在 20% 以下时，可以免于大规模改造能源基础设施，为此这一比例也成为目前各国最为广泛的选择。

此外，ENA 首席执行官 David Smith 还指出，天然气掺氢除了能够起到降碳的作用，还能够在天然气市场动荡的情况下稳定能源供应。

不过，值得注意的是，国际可再生能源署（IRENA）等多家机构多次提醒，天然气掺氢仍存在一定的技术挑战。IRENA 在 4 月底最新发布的报告中指出，全球范围内，各个天然气管网及每条天然气管道对氢气比例的容纳程度都不相同，在不实施基础设施大规模改造的情况下，最终可行的掺氢比例可能会低于预期。

### 成本依然高企

多家行业机构进一步表示，目前氢气的生产成本仍远高于天然气，如果要大规模推广天然气掺氢，政府和企业需要算好“经济账”。

根据 IRENA 的测算，混掺 20% 的氢气仅能比单纯使用天然气降低约 7% 的温室气体排放，而掺氢后天然气供能的成本却远高于单纯使用天然气。

数据显示，按照目前全球可再生能源制氢的平均成本水平，二氧化碳价格应在 500 美元/吨以上时，天然气掺氢才会具备一定的经济效益。

德国智库机构 Agora Energiewende 也曾发布报告称，按照当前氢气的市场价格，在天然气管道中掺入 20% 的氢气可能会让终端家庭用户的用热成本增加 33% 以上。

IRENA 同时指出，由于成本过高，天然气掺氢还面临着来自其他降碳方式的竞争，比如，使用碳捕捉与封存（CCS）装置降碳，按照其市场发展速度，成本将很快降至 200 美元/吨以下，这将对天然气掺氢降碳产生很大压力。对此，IRENA 建议，各国政府应尽快对天然气掺氢管道提供相应补贴。（李丽旻）



## 九、风能

# 海上风电运维船升级进行时

中国能源报 2022.5.2

近日，丹麦航运公司 Esvagt 宣布将与欧洲能源企业沃旭合作建造一艘以甲醇为燃料的海上风电运维船，建成后将成为全球首艘利用绿色燃料供能的海上风电运维船。

海上风电装机量高速增长，海上风电运维船应满足哪些要求？

### 推动绿色海运

根据 Esvagt 官方消息，此次该公司与沃旭的运维船合作将聚焦海运领域降碳和海上风电绿色发展，双方计划研发以电池和甲醇燃料为动力的双引擎系统。按照测算，与同等水平化石燃料供能的船舶相比，这样的动力系统有望每年降低 4500 吨二氧化碳排放量。

沃旭海上运维部门主管 Mark Porter 表示，海上风电行业应率先告别化石燃料，以绿色甲醇为燃料的海上风电运维船是达成公司净零排放目标的重要一步，绿色燃料的使用有助于推动实现绿色海运。

作为“脱碳”的主力军，海上风电一直践行着绿色发展的理念。然而，多位业内专家告诉记者，虽然已有部分企业开始尝试使用低碳燃料，但在全球范围内，不论是电池还是混合动力运维船，普遍面临续航里程短、充电难等挑战。

交通运输部水运科学研究院首席研究员彭传圣告诉记者：“化石燃料的使用困扰着专业海上风电船舶。实际上，脱碳路径不明确是目前整个航运业面临的主要问题。”

据国际海事组织公布的数据，2012 年至 2018 年期间，全球海运业温室气体排放量增加了 10%。在彭传圣看来，对于小型近距离航行船舶来说，电动化将是实现减排的主要路径，对于大型远距离航行船舶来说，“选用甲醇是可行的，但是绿色与否取决于甲醇的来源。利用绿电制成的甲醇，与燃油相比较可以减少碳排放。专业风电船舶海上作业时间长，相当于远洋船舶，除了绿色甲醇外，燃料氨也是一种可行选择。”

### 可达性、安全性是关键

业内人士普遍认为，提升海上风电运维船可达性、安全性是重中之重。

中国海装海上运维中心负责人张宏洲在接受记者采访时表示：“目前，海上风电运维最需要解决的问题是可达性差、安全风险大，航速更高、耐波性更强是最基本的要求。此外，也要充分考虑船舶的安全性、防腐性、舒适性，以及备品备件的储备、移动等因素。”

同时，张宏洲向记者坦言，相比国际市场上的专业运维船，我国现存海上风电运维船仍然以传统的交通艇为主，优势是成本低、数量多，但航速大多只有 10 节左右，效率低下、功能单一，无法承载海上作业特有的功能需求。

运维船作为海上风电场运维人员穿梭往返的主要运输交通工具，近几个月获得了行业的广泛关注。今年 4 月，三峡能源所属三峡能源海上风电运维江苏有限公司宣布旗下高速风电

运维船正式开工建设。2021 年底，中国海装打造的海上风电运维船正式下水，可抗浪高 4 米，并可实现 7 级海况下正常作业。

### 低碳燃料运维船受期待

多位业内人士指出，除了满足上述要求外，进一步提高海上风电运维船专业功能和绿色低碳水平是未来发展的方向。

张宏洲认为，海上风电运维船大多只能满足航速和适应复杂海况的需求，但未来要真正实现专业运维、智能运维，就必须在满足基本的安全性、可达性需求之外，增加专业功能，比如润滑油的更换、移动备品备件库、应急救援工作站、相对舒适的办公生活环境，甚至能满足小型的吊装作业等。“要实现上述专业功能，必须在船舶设计、相关专业设备、海上作业工况设计转换等技术上取得突破。此外，船舶智能调度平台等功能也需要进一步优化。”

Esvagt 最新开发的运维船显示，该公司除了改进动力系统外，还增加了船员工作场所和包括电影院、健身场馆在内的娱乐休闲场地，提高了运维船的舒适度和可操作性。

“随着科技的不断进步和发展，低碳燃料运维船将成为今后的造船趋势，这样才能真正实现海上风电‘智慧运维、绿色发展’的目标，也能为行业降本带来新思路和新方式。”张宏洲说。（李丽旻）

## 菲律宾发布海上风电路线图

中国能源报 2022.5.9

**本报讯** 据菲律宾媒体《商业世界报》报道，近日，菲律宾能源部与世界银行联合发布了《菲律宾海上风电路线图》（以下简称《路线图》），旨在开发菲律宾海上风电潜力，支持菲律宾实现能源转型。

据了解，该《路线图》设定了两种情景，在低速增长情景下，到 2040 年，菲律宾预计能够开发 300 万千瓦的海上风电项目，发电量将占菲律宾总发电量的 3%，到 2050 年，可开发约 600 万千瓦的海上风电项目；在高速增长情景下，菲律宾到 2040 年有望实现 2100 万千瓦的海上风电装机，到 2050 年可进一步达到 4000 万千瓦。

不过，《路线图》同时指出，菲律宾在大规模发展海上风电方面仍面临诸多挑战，如成本高、缺乏输电网络、本地供应链不完善等。对此，《路线图》建议，菲律宾政府应制定海上风电长期开发计划，设立专属的发展区，加大对输电、港口和其他基础设施的投资。（仲蕊）

## 挪威启动海上风电大规模发展计划

中国自然资源报 2022.5.20

**【全球海事新闻网 5 月 11 日消息】**5 月 11 日，挪威政府宣布启动海上风电大规模发展计划，旨在划定海上风电开发区域，计划到 2040 年将海上风电装机容量达到 30 吉瓦、为了实现该目标，挪威计划将海上风力涡轮机增加值 1500 台、挪威政府计划于 2025 年为新的海

上风电开发区域颁发新一轮海上风电许可证，并规划出适合开发海上风电的海域。挪威政府表示，此举将为挪威提供规模巨大的可再生能源和绿色清洁能源，其中大部分电力还将出口至其他国家。

## 国内首艘“运输+施工”一体化海上风电施工船出坞

中国能源报 2022.5.30

本报讯 5月25日，由三峡集团投资建造的3000吨全回转起重船——“乌东德”号在江苏南通顺利出坞，这是国内首艘“运输+施工”一体化海上风电施工船。

“乌东德”号全长182米、宽46米、型深15米，国内首创采用“运输+施工”一体化设计，甲板面积6200平米、载荷1万吨，每次出海作业最多可携带4套2000吨级风机基础，承载能力相当于一艘三万吨级的甲板运输船。该船最大起重量可达3000吨，具备单机容量10兆瓦以上海上风电机组单桩、导管架等多种基础施工能力，单船便可完成港口装载、海上运输、吊装及打桩等主要工序，可延长深远海风电场施工气象窗口期，有效降低工程建设成本。

在海况较差情况下，运输施工一体化的作业方式可以有效地缩短作业空窗期，将海上风电年平均作业窗口期延长30天-50天，实现最长180天的作业时间。“乌东德”号计划7月实现交付正式投运，投运后主要作业于广东、福建海域，将进一步提升我国海上风电基础装备水平，为深远海风电集中连片规模化开发、实现“碳达峰 碳中和”目标提供有力支撑。（程林）

## 我国风电行业形势分析及发展建议

中国电力报新能源 2022.5.13

### 编者按

风电作为可再生能源最主要的利用方式，在设备生产、规划设计、开发建设、生产运营等各环节如不严格按照规范开展工作，将会对生态环境产生不利影响。怎样才能有效降低不利影响，让风电项目真正实现生态和经济的均衡发展，值得关注。

风电作为清洁能源以及可再生能源发电形式为我国能源结构与发电结构调整起到了巨大的作用。2021年我国风电呈现高质量跃升发展态势：风电并网装机容量突破3亿千瓦，风电发电量突破6000亿千瓦时，海上风电新增装机大幅增长，风电利用率提升。同时，风电场逐渐呈现出规模化发展的趋势，单一风电场装机容量由几万千瓦增长到几十万千瓦，甚至上百万千瓦。当然，在风电产业迅猛发展的同时，仍然伴随着部分问题。

### 我国风电行业发展现状与特点

“十三五”期间，我国风力发电装机比重从2015年的8.6%上升至2020年的12.8%，风电发电量占比分别由2015年的3.2%上升至2020年的6.1%，已成为当今新能源发电的

重要方向。

具体有如下特点：

(1) 风电并网装机容量突破 3 亿千瓦。近年来，我国风电并网装机容量持续增长，2019 年突破 2 亿千瓦，2021 年突破 3 亿千瓦大关，较 2016 年底实现翻番。目前，我国风电并网装机容量已连续 12 年稳居全球第一。

(2) 风电新增装机稳步增长。2021 年，全国风电新增并网装机 4757 万千瓦，“十三五”以来年投产排名第二。从新增装机分布看，中东部和南方地区占比约 61%， “三北”地区占 39%，风电开发布局进一步优化。

(3) 风电发电量突破 6000 亿千瓦时。近年来，我国风电发电量持续增长，2019 年突破 4000 亿千瓦时，2021 年，全国风电发电量 6526 亿千瓦时，同比增长 40.5%。全国风电利用小时数 2246 小时，利用小时数较高的省区中，福建 2836 小时、蒙西 2626 小时、云南 2618 小时。

(4) 陆上风电新增装机放缓。我国风电发展初期，风机多装于陆上富风区域，因此我国风电以陆上风电为主。2021 年陆上风电累计装机 3.02 亿千瓦，陆上风电新增装机放缓，新增装机 3067 万千瓦。

(5) 海上风电新增装机大幅增长。海上风电凭借其距离用电负荷近、发电稳定、不占用陆地土地资源等优势，在我国发展迅速。近年来，海上风电并网装机容量及新增并网装机持续增长。2021 年国内海上风电市场迅速扩容，强劲推动了本土产业链的扩展和升级。2021 年海上风电累计装机 2639 万千瓦，新增装机 1690 万千瓦。

(6) 风电利用率提升。2021 年，全国风电平均利用率 96.9%，同比提升 0.4 个百分点；尤其是湖南、甘肃和新疆，风电利用率同比显著提升，湖南风电利用率 99%、甘肃风电利用率 95.9%、新疆风电利用率 92.7%，同比分别提升 4.5、2.3、3.0 个百分点。

(7) 风电行业制造企业国际竞争力不够。目前，我国风电整机制造行业参与主体包括国内生产厂商和国外生产厂商，主要由国内厂商占领市场。我国前五家制造企业累计装机容量占比合计为 57.5%，国际核心竞争力仍不够。

### 我国风电行业存在的相关问题

#### 1 电网接入与调峰等关键问题尚未彻底解决

由于风电具有随机性、间歇性、反调节性及波动大的特点，进一步加大了对系统调峰容量的需求。调峰问题是制约我国风电大规模并网的主要矛盾之一。同时，由于风电并网没有完善的技术规范，我国现行的标准没有对风电机组参与系统调频提出要求，现有运行风电机组均不参与系统频率调整等。随着风电规模的快速扩张，风电的并网和运行管理仍然是极具挑战的难题。

所以，电网接入与调峰问题已成为我国风电行业发展遇到的最重要制约因素，如果不能及时解决，我国风电的规模化发展必将受到影响。

## 2 风电行业相关技术与环保标准尚不够完善

当前风电产业技术与环保标准尚不够完善，包括风电场风能资源如何评估、风电场如何规划设计、风电场施工与运行、风电场环境保护、风电入网监控等标准和规范。

风电行业标准体系的建设工作，对于促进风电行业的升级和健康发展非常重要。虽然目前存在一些行业和企业制订的国标和企业标准，但是如何结合当前实际情况，如何引领我国风电行业健康发展，建设一套完善的风电标准体系显得极为急迫。

## 3 风电建设没有足够重视生态和环境承载力

目前，在我国区域风能资源综合开发规划阶段，大部分没有很好地、高质量地进行区域环境影响评价，以对区域风能资源的合理利用、区域生态系统的结构和功能、区域环境的承载力等方面进行综合性的客观评估和论证。

风力发电主要产生的环保问题包括：噪声污染、植被破坏、动物损失等。（1）风机叶片运行过程中产生噪声污染，包括机械噪声和涡流噪声，一般单台 0.15 万千瓦风力发电机噪声功率级为 100 分贝。（2）在风电场建设过程中，风机塔底、架空线路杆塔基础建设以及新建道路的边坡开挖及弃渣对环境影响较为突出，如风电项目建设引起植被破坏、水土流失引起的环保问题。（3）风电场的建设对动物栖息特别是鸟类迁徙影响较大，风机运行产生的噪声和非自然涡流改变了动物原有的栖息环境和行为路线，特别是建设在鸟类迁徙路线上的风机往往造成鸟类的撞击死亡。

如何保护当地生态环境、保障清洁能源健康发展、协调能源经济同环境保护的关系，做到风电开发建设与环境协调保护协调发展，具有重要的社会意义和现实意义。

## 4 风电环境影响评价科学指标体系不够完善

风电项目开发在施工期和运行期都会对环境产生直接和间接的污染和破坏，例如水土流失、施工扬尘、风机噪音、风机对鸟类迁移等生物多样性的影响、风机与周围景观融合等。但是目前对风电建设项目环境影响评价分析却建立在很多主观的判断上，缺乏一个相对量化的、比较准确的评价标准体系。

随着全球地缘政治的复杂化，新冠肺炎疫情仍在世界范围内流行、局部地缘冲突加剧、中美贸易摩擦等因素的影响，能源安全已成为世界性问题。作为可再生能源，风能将在国内，乃至世界能源规划中逐步占据重要位置。为此，在考虑区域性的环境影响基础上，对风电建设项目的开发提出一套科学、系统的环境影响评价方法和指标体系具有重要意义。

## 5 风电基地配套电网调峰电源存在环境风险

由于风电的稳定性比较差，发电质量远远低于火电、核电等传统发电技术，在同一个电网覆盖区域及同一个风力资源区，集中大规模建设风力发电，必须要有 1.5~2 倍于风电容量的其他能稳定且可控发电能力的电源装机作为支撑，才能保证电网的安全运行。在将来的千万千瓦级风电基地的配套电网中，这种支撑性调峰电源除现有的发电装机外，或许有可能需要大规模建设火电来实现，火电机组的建设又必须依赖于当地的水资源和煤炭资源。

所以，在储能尚没有完全解决的情况下，将来很可能会存在因风电配套的发电方式而引起的水资源和煤炭资源所带来的生态环境、绿色发展等问题。

#### 6 风电快速发展带来了风电装备的产能过剩

随着国家对风电政策扶持以及清洁能源的需求，同时风电成为“双碳”目标实现过程中极为重要的一方面，直接导致我国风电产业快速发展，容易出现不理性建设的现象。对于风力发电设备生产出现重复建设和低水平扩张趋势，就会使得风力发电以及风电装备产业均一定程度上产生过剩现象。

在国际风电设备市场上，知名企业不过六、七家，相比而言，我国风电设备市场分散，单个企业产量低，缺少国际竞争力。

#### 我国风电行业 高质量发展建议

##### ● 积极研究开发新技术以解决风电瓶颈问题

针对风电消纳、电网接入与调峰问题，需要大力发展新技术尽快解决风电发展的矛盾，尤其是储能技术。在风电行业标准体系建设、环境影响评价方法和指标体系方面，需要进行全体系、全生命周期的完善与优化。同时，从风电可持续发展和安全生产的角度，建议进一步提高风电设备企业的准入条件。

##### ● 科学优化选址有效提高风能资源利用效率

科学优化选址，进一步科学有效提高风能资源利用效率。加强风电场微观选址技术能力提升，在现有数值模拟基础上进一步开发和提升数值模拟与风洞试验耦合优化选址技术能力。已有研究成果表明，结合风洞试验选址技术可提高风资源利用效率 1% ~ 15%，从而降低风电场建设规模与数量，总体上降低对生态环境的影响。

同时加大科技研发投入力度，进一步提高风机单机发电容量，以提高风能利用效率，鼓励更适宜建设大型风力机群的海上风电选择大容量风电机组。

##### ● 加强管理合理规划有效降低生态环境影响

加强建设期路基和风机基础开挖管理，合理规划挖掘面积，减少地表裸露。施工结束后，通过植树种草、固化边坡等措施恢复生态、防止水土流失。加强运行期风机运行状态管理、科学监测、更换故障叶片等，控制噪声达标运行。

合理规划风电场位置与规模，避开自然保护区、生态脆弱区、鸟类迁徙路径等生态敏感区域，远离居民区、学校、医院等噪声敏感区域，最大程度有效降低生态环境影响。（王圣）

## 国内首台深远海浮式风电装备完成总装

中国科学报 2022.5.30

本报讯（记者陈欢欢）5月27日，由中国船舶集团海装风电股份有限公司（以下简称中国海装）牵头设计制造的国内首台深远海浮式风电装备——“扶摇号”，在广东茂名完成总装并举行拖航仪式。

我国海上风资源丰富，海上风电也因其清洁低碳、靠近东南沿海地区用电负荷侧、消纳方便，在实现“双碳”目标中的作用愈加凸显。

据参与研制工作的中国科学院工程热物理研究所研究员李庆安介绍，按照国际惯例，水深小于 50 米为近海风电，一般采用单桩或者导管架式等结构将风机固定在海床上；而水深大于 50 米的深远海风电则采用浮式海上风电装备。据估计，我国深远海风能储量超过 2200 吉瓦，在海上风资源中占比超过 60%。从近海向深远海发展，是未来风电发展趋势。除中国外，全球目前共有 9 款漂浮式海上风电装备，主要集中在欧美等发达国家。

中国海装联合多家单位，从海上浮式风电装备的基础理论研究出发，在基础理论与实验结果互相验证的基础上，开展海上浮式风电装备的工程设计，先后攻克突破了复杂海洋环境气动及水动载荷耦合动力学分析技术、海上浮式风电装备协同控制技术、浮式风电装备一体化设计等一系列难题，最终研制出具有自主知识产权的深远海浮式风电装备“扶摇号”。

在样机研制过程中，中国科学院工程热物理研究所依托国家能源风电叶片研发（实验）中心主要承担高保真缩比样机风洞试验验证工作，重点研究了气动—水动多体多场耦合机制，解决了缩比样机载荷失真的问题。

“扶摇号”的浮式平台总长 72 米、型深 33 米、型宽 80 米，搭载中国海装 6.2 兆瓦抗台型 I 类风力发电机组，机组塔筒高度为 78 米，轮毂中心高度 96 米，风轮直径 152 米，叶片长度 74 米，浮体和机组总重量超过 4000 吨。

据介绍，“扶摇号”主要部件 90% 以上在国内完成配套，为未来我国浮式风电规模化发展打下基础。

## 从 4.2 万到 11000 万

### ——美国海上风电发展战略观察

中国电力报 2022.5.26

近日，美国能源部海上风电负责人乔斯林·布劳恩·萨拉西诺在名为“塑造未来：美国海上风电发展”的交易会上，大体描述了能源部推进海上风电开发的战略。她表示，到 2050 年，美国将增加 2100 台海上风机，总装机有望达到 11000 万千瓦。对比美国目前只有 7 台海上风机、装机 4.2 万千瓦的现状，新目标不可谓不宏伟。

#### 海上风电产业驶入快车道

去年，美国总统拜登提出要求，在 2030 年实现 3000 万千瓦海上风电装机的目标。为确保成功实现目标，美国能源部正在为墨西哥湾、中大西洋和俄勒冈沿岸的项目开发分配资金和计划方案。

“实现这一目标对于创建一个新产业、振兴国家滨水区、创造高薪工作以及帮助解决国家气候紧急情况至关重要。从经济角度来看，实现这一目标还可以刺激 120 亿美元的资本投资。因为从现在到 2030 年，每年都会有新的海上风电项目。”乔斯林·布劳恩·萨拉西诺表

示。一直以来，美国每年为风能计划提供的预算为 6000 万美元，拜登呼吁明年将数字增加至 2 亿美元。该预算将用于选择安装风机的场地，开发具有成本效益的浮动平台设计，以及将海上风能与储能、氢能生产相结合。“能源部贷款计划办公室已经为海上风电项目指定了 45 亿美元的贷款和贷款担保。”乔斯林·布劳恩·萨拉西诺表示。“我们努力支持研发，以提高海上风机和工厂的性能。我们对海上风能资源有深入的了解以实现规模经济。此外，我们正在为美国发展海上浮动风机创造一条通畅的道路。”

今年 4 月，美国内政部宣布，海洋能源管理局确定了俄勒冈州沿海和中大西洋 2 个潜在的海上风电开发区域，这些地点总面积为 116 万英亩，距离俄勒冈州中部和南部的海岸约为 12 海里。内政部还确定了特拉华州和北卡罗来纳州之间总计 390 万英亩的 6 个地区作为安装风机的潜在选址，这些区域距离海岸约 20 海里甚至更远。预计以上项目可创造 77000 个新工作岗位，其中 44000 个在海上风电领域，33000 个在周边社区。

根据乔斯林·布劳恩·萨拉西诺的说法，这些项目不仅可以帮助美国在 2030 年之前实现 3000 万千瓦的海上风电装机，还有望在 2050 年之前实现 11000 万千瓦的更大目标。

#### 宏大目标或难实现

美国要实现 2030 年和 2050 年的目标，需要部署 2100 台风机，6800 英里的电缆、5~6 艘风机安装船、10 艘运输船、11 艘服务作业船和 58 艘船员转运船。根据美国能源信息署的最新数据，目前美国运营的海上风电项目只有 2 个，分别位于罗德岛和弗吉尼亚沿海（试点），风机总数量仅为 7 台，总装机 4.2 万千瓦。

咨询机构 IHS Markit 认为，美国 2030 年不会实现海上风机额外增加 3000 万千瓦的目标。IHS Markit 在其分析中写道：“对于‘初学者’来说，海上风电项目的许可程序是漫长而复杂的。”其次，美国没有足够规模的风机、叶片制造商。此外，安装过程也很棘手，根据美国《琼斯法案》，在美国港口之间运输货物，必须由美国公民或永久居民建造、拥有和经营的船舶运输（即悬挂美国国旗），该法案适用于海上风电相关船舶。而事实上，当下悬挂美国国旗的风机安装服务船数量严重不足。虽然倡导者认为《琼斯法案》有助于建立美国造船业，但反对者认为这扼杀了竞争，并在海上风电安装船等关键领域留下争论空间。

不过，IHS Markit 仍然预计未来美国海上风电将快速增长。该机构估计，到 2030 年，美国海上风电装机将增加到 2100 万千瓦，意味着美国在全球海上风电总装机容量的份额将从进一步增长。

要实现这一目标，需要未来 8 年对该行业超过 1000 亿美元的投资。一些因素将推动这一增长，包括州级政策承诺的增加、联邦租赁销售、承购协议以及海上风电供应链的扩建。但是，复杂冗长的许可流程、制造设施匮乏、悬挂美国国旗的专业安装服务船舶数量不足、糟糕的输电基础设施等是行业发展的阻碍。对比其他机构的预测数据，IHS Markit 对美国海上风电的发展预测还算乐观。彭博新能源财经认为，到 2030 年，美国海上风电装机总量为 1600 万千瓦；国际能源署预测，到 2040 年，美国海上风电装机将达到 3800 万千瓦。（于丽娜）



# 国家发改委规划建设 4.5 亿千瓦大型风电光伏基地

中国科学报 2022.5.16

5月12日，在中宣部就经济和生态文明领域建设与改革情况举行的新闻发布会上，国家发展改革委副主任胡祖才表示，要大力推动能源革命，大力发展新能源，计划在沙漠、戈壁、荒漠地区规划建设4.5亿千瓦大型风电光伏基地，其中8500万千瓦项目已经开工建设。

胡祖才表示，第二批项目正在抓紧前期工作，加快构建新能源供给消纳体系。要提高煤炭清洁高效利用水平，供电煤耗超过300克/千瓦时的煤电机组要全部实施改造升级。需要强调的是，富煤、贫油、少气是我国的基本国情，传统能源的逐步退出必须在新能源安全可靠替代的基础上，坚持先立后破，实现安全降碳。（李惠钰整理）

## 十、其它

### 煤层气开发利用规模快速增长

累计施工煤层气井 2 万余口

人民日报 2022.5.5

本报北京5月4日电（记者丁怡婷）记者日前从国家能源局获悉：经过多轮资源评价，全国煤层气预测资源量约26万亿立方米。其中，已累计探明地质储量8039亿立方米，这相当于去年全国天然气表观消费量的2倍多。

近年来，我国煤层气产业发展资源基础不断夯实。煤层气俗称“煤矿瓦斯”。加快煤层气的开发利用，是保障煤矿安全生产的重要手段，也是增加清洁能源供应的有效途径。

同时，煤层气开发利用规模实现快速增长，成为补充天然气供应的区域性气源。全国累计施工各类煤层气井2万余口。今年一季度，全国煤层气产量达到23亿立方米，同比增长约20.8%，约占天然气国内供应量的4.1%。2021至2022年取暖季，煤层气日均供应量达到2360万立方米。

“煤层气属于吸附气，勘探开发工艺技术复杂，钻井压裂后需要半年左右的排水降压、解吸扩散才能产气。不同地质条件下煤层气开发技术通用性差，部分地区成功应用的技术难以广泛推广。”国家能源局煤炭司副司长刘涛介绍，煤层气具有稳产期长、综合效益好等优势，但也面临着资源赋存条件复杂、开发技术难度大、项目经济效益不佳等困难。

据了解，下一步国家能源局将会同有关部门从加强勘探开发技术攻关、推动产业发展模式创新、健全完善开发扶持政策等方面，努力将煤层气打造成为增强天然气自主保障能力的重要气源。例如，继续加大煤层气勘查区块竞争性出让，鼓励社会资本进入煤层气领域；引导金融机构积极运用支持煤炭清洁高效利用再贷款工具，加大煤层气项目融资支持；加强油气管网公平开放监管，落实好煤层气市场定价机制等。

# 煤制气产业曙光乍现

中国能源报 2022.5.9

## 核心阅读

业内认为，从保障国家能源安全的角度来说，需要打通煤制气示范路线，具备变输煤为输气的能力，以备不时之需。但不能因为形势一好就盲目发展，建议示范为主、适度布局。

近期，低迷已久的煤制天然气行业传来捷报。据内蒙古大唐国际克什克腾煤制天然气有限责任公司（下称“大唐克旗公司”）公布的最新数据，一季度，该公司同比减亏 77.32%，其中 3 月盈利 1410 万元，首季开门红为全年实现扭亏目标奠定基础。新疆庆华能源集团副总经理任延杰告诉记者，在去年首次实现扭亏为盈的基础上，今年一季度，集团完成天然气产量约 4 亿立方米，延续了向好形势。

“一季度，煤制天然气装置开工率较高，行业整体实现盈利，这是很大的进步。”中国石油和化学工业联合会煤化工专委会副秘书长王秀江也向记者证实。

煤制气被定位为“国家能源战略技术储备和产能储备”，在保障能源安全方面意义重大。但同时，全行业连年亏损也是不争事实，自产业起步以来，经济性一直是悬而未解的首要难题。如今，强势复苏的业绩是昙花一现还是产业重生的曙光？

## 行业回暖得益于多方利好

扭亏为盈首先得益于客观利好。“我国在役煤制气项目均已实现安全稳定运行，技术、装备水平世界领先。长期亏损的主要原因之一就是遭遇高煤价、低气价‘两头压’，成本与售价长期倒挂。除了 1 个项目产品为液化天然气、接受市场定价，其他项目在销售和定价方面长期缺乏话语权。”王秀江表示，国家管网公司的成立打通了输气通道，提供了更加公平的经营环境，煤制气入网价格也因此有所上扬。

以项目较为集中的内蒙古地区为例，记者从自治区发改委获悉，去年 12 月受寒冷天气影响，天然气采暖需求旺盛，全区煤制气平均交易价格为 4890.67 元/吨。按以往经验，随着气温转暖，2 月起用气需求走弱，价格会出现季节性下降。但在今年 2 月，全区煤制气平均交易价格为 5292.83 元/吨，环比 1 月价格上涨 21.23%，较去年同期上涨 63.08%。

“国家管网公司成立后，天然气管道输送按照‘X+1+X’的模式进行，也就是销售端自行找客户端，管网只承担输送任务。这样一来激活了天然气市场，市场化程度提高带动煤制气价格提升。”任延杰解释。

行业回暖也离不开自身努力。作为首个国家级煤制气示范工程，大唐克旗煤制气也是所在地阜新历史上单体投资最大的项目，投产 10 多年却迟迟未能盈利。目前，盘活该项目已被列为打好阜新项目建设“三大战役”之首，当地政府积极协调解决煤源、市场等问题。据知情人士透露，大唐集团也在通过剥离债务，帮助其轻装上阵。项目计划分阶段实施提档升级，一是改造原有装置，生产液化天然气、BDO（1,4 丁二醇）及副产品；二是以 BDO

为原料，继续生产降解塑料及高附加值新材料。

### 激活企业业务布局动力源

持续亏损一度羁绊全行业发展，部分已获批的项目放缓节奏，有些项目甚至被迫停了下来。而随着形势好转，不少企业的动力又回来了。

记者了解到，大唐克旗公司70万立方米/天煤制天然气液化项目已于4月下旬开工，拟投资17948.28万元，建设内容包括天然气净化和液化系统、储存、装卸、辅助生产系统及公用工程等，设计年产13.3亿立方米天然气。

任延杰介绍，新疆庆华主动响应国家提出的煤炭清洁高效利用技术创新重点任务，正在开发有关沫煤综合利用4.0MPa加压流化床气化炉（下称“庆华炉”），煤炭处理量可达2400吨/天，生产天然气3.27亿立方米/年。除了能够降低生产成本，庆华炉出口有效气中甲烷含量高、副产蒸汽多、气化污水产量小且易处理，符合节能减排要求。

“我们争取用2年时间完成首台庆华炉工业化应用示范，届时庆华将成为煤制气行业技术领先、国产化程度最高、创新成果转化最多的示范基地。”任延杰表示，庆华还在继续完善现有工艺链，推进甲烷化催化剂、水处理膜等国产化，主动为新技术提供平台。“生产链的国产化、多样化，将支撑煤制气项目把受到国际形势的影响降到最低，让国家能源安全更有保障。”

上述知情人士透露，2019年通过环评批复、2020年已提出核准申请的内蒙古华星新能源有限公司40亿立方米/年煤制天然气项目，前不久获得了国家发改委核准。该公司为首批进入煤制气产业及输气管网建设投资领域的民营企业，计划投资244亿元，打造以煤制气为核心的煤炭深加工示范。“按照环评规划，项目拟以本地煤炭为原料，主要产品为40亿立方米/年天然气，副产品主要包括24万吨/年焦油等。”

### 理性考量不确定因素

在抓住机会的同时，企业也要保持理智思考。

任延杰坦言，当前气价虽有上涨，背后却存在诸多不确定因素，加上煤制气生产成本高于常规天然气，项目并不一定能够维持稳定利润。作为工业程度高度集中的制造类项目，煤制气同时受制于“以煤定产”，用煤一旦紧张，将直接导致装置生产负荷频繁波动、天然气产量外供不稳定，很容易让下游用户产生信任危机。“庆华一期项目就遇到过，配套煤矿未能足量供应，低负荷运行无法达到经济生产模式，增加了运行成本及风险。此外，由于前期经济效益不理想，煤制气项目成本回收周期长，企业融资机会少、规模小、成本高，投资机构普遍不敢介入，进一步抬高了项目融资难度。”

“即便回暖，企业也要审慎上马新项目，做好应对市场挑战的准备。”王秀江也提出“不确定性”的问题。他认为，煤制气产品的可替代性较强。比如，在做饭、取暖等民用领域可使用电能替代。再如，在化工领域，加工合成氨、甲醇等产品，以煤为原料同样可以生产。“煤制甲醇、煤制合成氨的技术、装置已经很成熟，而且直接用煤生产可以少走弯路，

能源利用效率更高。从保障国家能源安全的角度来说，我们需要打通煤制气示范路线，具备变输煤为输气的能力，以备不时之需。但不能因为形势一好就盲目发展，建议示范为主、适度布局。”

另有多位人士提醒要重视碳排放带来的挑战。“目前，我国煤制气示范项目的单位产品综合能耗、水耗，均接近或优于国家控制指标，能源转化效率优于其他煤化工类型，但生产过程中的高碳排放不可回避。一方面需源头减碳，另一方面，煤制气工艺中产生的二氧化碳浓度高、易捕集，如何开展封存及综合利用也是挑战。”（朱妍）

**全球首个梯级水光蓄互补电站并网发电，突破变速抽水蓄能国外垄断和技术封锁**

## **我国抽蓄电站关键装备实现国产化**

中国能源报 2022.5.16

近期，国家重点研发计划项目示范工程、国际首例梯级水光蓄互补联合电站——四川春厂坝变速抽水蓄能示范电站（以下简称“春厂坝抽蓄”）顺利投产，标志着国内首台自主研发变速恒频抽蓄机组实现了全功率运行。

春厂坝抽蓄并网发电，攻克了梯级水光蓄互补电站容量优化配置及接入、稳定控制、联合运行与智能调度等世界性难题，加快了我国抽水蓄能电站国产化进程。

### **西南适宜探索梯级水光蓄互补**

春厂坝抽蓄是国网四川省电力公司（简称“国网四川电力”）牵头申报的国家重点研发计划——“智能电网技术与装备”重点专项“分布式光伏与梯级小水电互补联合发电技术研究及应用示范”项目。

谈及初衷，国网四川电力副总工程师韩晓言告诉记者，我国《电力发展“十三五”规划》中，明确提出“全面推进分布式光伏发电建设，推动多能互补、协同优化的新能源电力综合开发”，水电是我国装机容量最大的可再生能源，是实现多能互补发电的重要纽带。然而，由于规划、管理、技术等方面的原因，我国可再生能源的“弃水弃光弃风”问题突出。

西南地区流域内太阳能资源丰富，为探索利用梯级水电，与光伏进行互补提供了良好的资源条件。国网四川电科院副院长丁理杰直言，利用梯级水电天然的上下库，扩建变速抽水蓄能机组，补偿光伏快速波动，可实现中长期电量互补、短期电力互补、实时控制互补，提高电源侧的水光联合可调度性与送出能力，提升电网侧分布式波动电源接纳能力和安全稳定运行能力，可减少可再生能源弃电，对建设新型电力系统具有重要的价值和意义。

国电南瑞单鹏珠告诉记者，梯级小水电与分布式光伏出力随机性各异，具有非连续和瞬时波动特性，梯级水光蓄互补系统受水库水流滞时、机组运行工况、电力电量和水量平衡等复杂因素影响，系统出力的多时间尺度随机耦合规律难以解析。“通过研制梯级水光蓄联合运行与智能调度系统，在光伏预测技术方面，解决了分布式光伏精细化预测技术难题；在联合运行与智能调度技术方面，解决了多目标多场景下，梯级水光蓄互补电站的实时调节与优

化控制难题。”

### **突破国外技术封锁**

春厂坝抽蓄并网发电，标志着我国首座自主研发的全功率变速抽水蓄能电站投运，突破了变速抽水蓄能国外垄断和技术封锁，实现了关键技术国产化，填补了国内技术空白。

记者采访了解到，通过技术引进，国内制造厂已基本掌握了常规定转速机组及电站相关机电设备的各项技术，技术能力自主可控，已基本实现了国产化。但是，变转速抽蓄机组在国内正处于应用起步阶段，国内制造厂尚无应用业绩。通过春厂坝抽蓄，我国研制出具有自主知识产权的变速恒频抽水蓄能成套设备，对实现变转速抽蓄机组在国内的应用及国产化起到了示范作用。

中国电建成都院承担了春厂坝抽蓄电站规划选点、预可研、可研和工程总承包工作，该院机电部副总工陈向东对记者表示，春厂坝抽蓄使我国掌握了梯级水光互补联合发电系统的规划设计、运行控制理论和技术，研制了具有自主知识产权的变速恒频抽水蓄能成套设备，研发了梯级水光蓄互补电站联合运行控制与智能调度系统，完成了世界首例梯级水光蓄互补联合运行发电工程示范，满足分布式光伏友好接入需求，解决了梯级小水电和分布式光伏联合供电及送出问题，支撑了能源结构清洁化转型。

变速抽水蓄能机组分为双馈式和全功率式，一般双馈式机组用于中大型机组，全功率式主要用于小型机组。为突破变速抽水蓄能关键技术，国家重点研发计划“智能电网技术与装备”重点专项安排了两个项目进行技术攻关，一个是由南方电网调峰调频发电有限公司承担的“海水抽水蓄能电站前瞻技术研究”项目，研发了10兆瓦双馈式变速抽蓄机组样机；另一个是由国网四川电力牵头的“分布式光伏与梯级小水电互补联合发电技术研究及应用示范”项目，研发了国内首台全功率变速恒频抽水蓄能机组，并在春厂坝电站进行示范应用。

### **响应新能源快速功率波动需求**

春厂坝抽蓄采用全功率变速模式，具有运行效率高、响应速度快、调节范围宽、无功支撑强、抽水功率可调等优点，适合与新能源进行互补联合发电，可补偿新能源百毫秒级快速功率波动。

据中国电建四川小金川水电开发有限公司总经理杨炳全介绍，常规可逆式抽水蓄能机组的调节速度，难以满足水光蓄互补系统中实时控制对秒级快速功率波动的需求。依托国家级科研项目，国网四川电力牵头，联合国电南瑞、中国水科院、哈尔滨电机厂、中国电建成都院、中国电建水电开发集团等单位，通过研发全功率变速恒频可逆式抽水蓄能成套设备，在机组设计方面，解决了宽调节范围与高效稳定等多目标平衡的技术难题；在全功率变流器设计方面，解决了电能变换效率提升、友好并网和无功控制问题；在成套设备协同控制方面，解决了不同水头扬程等多工况下高效稳定运行与功率快速响应协同的技术难题。

“随着成本下降，以全功率变速恒频抽水蓄能机组技术为基础，利用已有的梯级水电天

然的上下库和水工系统，对常规梯级水电进行改建扩建，形成混合抽水蓄能电站成为趋势。”国网四川电科院系统技术中心副主任陈刚认为，混合抽水蓄能电站作为一种优质的储能资源，建设周期短、投资小，适合与新能源进行互补联合发电，是未来抽水蓄能发展的重要方向之一，可在电源侧广泛应用。（苏南）

## 新一代煤制油技术“点燃”能源之光

中国科学报 2022.5.25

2022年5月14日，大连是个晴天。中科院大连化学物理研究所研究员丁云杰早早便来到办公室，同一团队的研究员朱何俊也早已在会议室等候。

这天对他们来说是个重要的日子，中国石油和化学工业联合会组织的科技成果鉴定会将在下午举办。受疫情影响，鉴定会采用线上会议模式，但这丝毫没有影响研究团队的热情，他们将带着“炭载钴基浆态床合成气制油技术”接受成果鉴定。

当鉴定委员会表示鉴定“通过”后，丁云杰松了一口气。鉴定委员会评价该技术创新性强，整体技术达到国际先进水平。

“我很开心，20多年心血没有白费。”回忆起当时的情景，丁云杰告诉《中国科学报》。

### 一项创新性研究

我国经济的高速发展离不开丰富的自然资源。一直以来中国资源的基本特点为“富煤、贫油、少气”，经济的迅速发展使得我国石油的对外依存度持续增长，这是持久发展的一个难题。

煤炭是我国主体能源，以其为基础产生的煤制清洁燃料和化学品对于实现石油化工原料替代、油品清洁化和煤炭清洁高效利用，以及保障国家能源安全具有战略意义。这让丁云杰和朱何俊团队找到了研究方向，如果能发展煤制油技术，将在一定程度上缓解我国石油供应不足的现状。

“我们最早开始做这项炭载钴基催化剂的研究应该是1999年。”丁云杰说，当时他刚从美国完成博士后研究归来，便立即投入到了煤制油技术工艺的研究中。朱何俊的加入使得团队进一步壮大，这项技术也开始发展。

目前，世界上主要由铁基、钴基两种催化剂工艺生产煤基合成油。铁基催化剂密度大、催化效率较低，反应产生的二氧化碳选择性较高，大量的二氧化碳循环会导致巨大能耗。而传统费托合成钴基催化剂价格昂贵，液体产品选择性较差，制约了其工业应用。如何才能研制出具有优异性能的钴基催化剂？

在夜以继日的努力下，研究团队研制出了炭载钴基催化剂。它具有较高的活性、较低的甲烷选择性、极低的二氧化碳选择性、良好的稳定性，运行不产生废催化剂，与传统的铁基催化剂相比，可以降低运行能耗、省去脱碳单元，实现低固废甚至无固废的绿色环保目标。

在实验室阶段，研究人员对催化剂体系、稳定性以及长时期运转等进行了研究。“我觉

得我们的研究正在步入正轨。”朱何俊说。

### “几个晚上都没睡着觉”

然而，研究团队不仅仅满足于基础研究。“我们更想把它用在工业生产方面，这样才能使这项技术发挥更大的作用。”朱何俊说。

从实验室到生产车间，要想将该项技术投入生产中，就免不了要进行放大研究。要将催化剂从实验室规模放大至1000倍才能真正投入到工业示范研究中，还要保障催化剂的活性和稳定性，这给研究团队带来了不小的难题。

首先是炭载体的处理。工程上要采用放大转炉装置才能高效处理碳载体，然而作为一项原创性技术，国内并没有成熟的工程可供参考，国际上也没有相关经验可供团队借鉴。于是，团队自己研发了一套转炉装置，在高温氢气微正压下实现平稳运行。

此外，整个工艺都是在高温的环境下进行的，生产过程中的氢气是一种易燃易爆的气体，危险性较高，生产条件十分苛刻。

“而且干燥催化剂很容易自燃，尤其是在长途运输过程中。催化剂的成分是碳粉和硝酸盐，这是“炸药”的主要成分之一。”丁云杰说，“我好几天都没睡着觉，担心会不会发生什么危险。最后只好采用半干基催化剂方式运输。”

保障安全“刻不容缓”，团队开始积极寻找破解之法。他们通过在制备方法上进行工艺改造，使得整体制备条件更适合实际的生产应用。运输过程中催化剂暴露在干燥环境下，爆炸概率会提高，于是团队想到了使用半干半潮催化剂的运输机制，这大大降低了危险概率。

“我们迈出了工业化的第一步。”朱何俊说。

2015年，实验流程打通，钴基费托合成煤制油技术投入到实际的流态化生产中，但是在生产现场，设备却怎么也达不到生产要求，出现了“水土不服”的现象。

“我们最初找不到问题根源，那个时候很头疼。”朱何俊告诉《中国科学报》。

团队决定暂停生产，研究人员进入催化剂焙烧和还原活化反应器里面，在高温下实地探查问题来源。通过对运行过后的设备状态进行分析，研究团队终于查找到问题，并提出解决方案。经过6个月的设备改造，催化剂生产开始走向正常化流程。

随后在2016年到2020年的4年里，研究团队又进行了多次内部过滤器改造。

“我们总共在6个单元做了22项改造。”煤制油装置的合作单位——陕西延长石油榆林煤化有限公司工程部经理张马宁介绍。

几年内，该设备由2016年的40%负荷生产，到2018年达到80%，最终在2020年实现100%负荷运营，完成了工业化的指标。

装置的满负荷成功运行，为我国煤炭高效转化制清洁燃料和高值化学品提供了原创技术和解决方案，标志着我国在煤炭资源综合洁净利用领域上了一个新台阶。

### 向提高技术经济性进发

“经过了总共20多年的研究，以及8年工业示范现场的磨练，努力终于有了收获。”相

关技术成功通过科技成果鉴定后，朱何俊说。

这是由中科院大连化学物理研究所、陕西延长石油榆林煤化有限公司、北京石油化工工程有限公司共同开发建设的新一代煤制油装置，是全球首套具有自主知识产权的炭载钴基浆态床合成气制油工业示范装置，现已实现达产达效。其成功运行将为后续大型商业化装置的建设提供坚实的技术支撑。

“我们整个团队合作起来是顺利的，丁老师和朱老师都很认真负责，经常在现场没日没夜地工作，遇到问题当场就会给出意见，通过鉴定也是我们团队合作的胜利。”张马宁对于设备的成功运行十分开心，“并且钴基催化剂费托合成中是不产生二氧化碳的，这可以大大降低能耗，实现绿色生产目标”。

“不过会上专家也给了我们一些启发。”朱何俊告诉《中国科学报》，“比如专家提到有的公司进口的高熔点蜡，市场价每吨高达3.6万元左右，目前该装置生产的高熔点蜡的组成、性能指标与进口蜡相差无几，每吨售价也只有6000到7000元，产品附加值不足。这启发我们要进一步注重提高技术经济性。”

丁云杰也表示：“现在的装置规模效应较小，会导致经济效益不佳的问题。”

在后续的研究中，团队会尽量降低物耗能耗，加快费托合成产品的高附加值综合利用技术研究，尽快推进大型商业化项目的实施。（孙丹宁 韩扬眉）

## 我国深水油气开发关键技术装备研制获重要突破

科技日报 2022.5.13

5月11日，我国首套国产化深水水下采油树在海南莺歌海海域完成海底安装，该设备是中国海油牵头实施的水下油气生产系统工程化示范项目的重要部分，标志着我国深水油气开发关键技术装备研制迈出关键一步。此次中国海油实施的500米级水下油气生产系统工程化示范应用项目，标志着我国具备了成套装备的设计建造和应用能力。

水下生产系统是开发深水油气田的关键装备，包括水下井口、水下采油树、水下控制系统、水下管汇等设备。长期以来，全球仅有5家欧美公司掌握水下生产系统的集成制造技术，导致该设备采办周期长、价格高、维保难。2018年，中国海油主动作为，大胆提出需要采用自主研发500米级水下装备开发深水油气，加快推动深水关键核心技术突破。

500米水深的水压相当于约50倍的大气压力，面对海底低温和复杂地貌等错综复杂的环境、20年免维护的苛刻条件，水下设备的密封强度、材料的承压能力、工艺质量等面临严峻的技术挑战，没有试错的机会，任何疏忽都可能造成无法挽回的巨大损失。

即便如此，负责500米级水下油气生产系统工程化示范应用项目开发设计方案的中海油研究总院院长米立军认为，水下生产系统是中国走向深海进程中的重要一环，已经积累了十余年的水下设计经验，用自主技术开发南海深水油气，是海油人义不容辞的责任。

要实现水下装备自主化，就必须先实现水下设计技术的自主能力。然而，自主开展水下



生产系统设计谈何容易，一是国内水下技术团队处于刚刚起步的阶段，具有深水工程经验的人才屈指可数；二是国内水下装备技术成熟度普遍较低，尚未形成完整的水下生产系统装备产业链；三是缺少系统性的技术体系。为了从源头把控自主设计水下生产系统的可靠性，中海油研究总院在设计源头全面摸排、充分识别了水下生产系统方案风险。但是，国际上通用的分析方案是基于成熟零部件的水下生产系统，而本项目研制的水下设备普遍采用国内的零部件。如何把控首台套产品应用风险，依靠原有常规技术手段非常有限。

为保障此次示范工程顺利实施和运行，研究团队在充分消化吸收国际上水下产品标准和技术管理的基础上，因地制宜，开发了一套基于自主研发水下生产系统的技术成熟度评价体系，对每个设备的几百件关键零部件进行“庖丁解牛”般的逐项分析，最终评估合格后才能进行应用，以确保产品的高可靠性，从源头上把控首台套产品的实施风险。（操秀英）

## 行业动态

### 千吨级电容炭工业化生产线在山西清徐开工

中国科学报 2022.5.11

**本报讯（记者李清波）**近日，山西中科美锦炭材料有限公司（简称中科美锦）千吨级电容炭工业化生产线项目正式开工建设。该项目位于山西省太原市清徐精细化工循环产业园。

超级电容器作为一种新型电化学储能器件，因具有功率密度高、循环寿命长、使用温度范围宽、安全可靠、环境友好等特点，在轨道交通、电动公交、风电和智能电网等新兴市场及特殊领域有广阔应用前景。电容炭是超级电容器中最核心的关键材料，生产工艺和配套设备条件严苛，目前尚未完全国产化，对外依存度高，制约了我国新型储能器件的发展。

为解决上述问题，中国科学院山西煤炭化学研究所与山西美锦能源股份有限公司于2016年底联合开展电容炭国产化中试技术攻关，设计并建成10吨级电容炭中试生产线。通过自有平台、下游客户进行材料物化性能、加工性能和电化学性能的评测优化，最终实现产品定型和工艺固化。2021年4月，相关技术通过中国石油和化学工业联合会科技成果评估。该项目形成了国产电容炭的技术指标体系及应用解决方案，提升了超级电容器关键材料自主保障能力。

为加速推进该科技成果转移转化，2021年8月，双方签订投资协议，成立中科美锦，实施电容炭产业化项目。目前，中科美锦一期500吨电容炭产业化项目已启动。项目完成后，有望实现电容炭的国产化和进口替代，解决困扰我国超级电容器行业多年的瓶颈性难题。

## 巴斯夫在广东湛江打造 100% 绿色电站

中国能源报 2022.5.16

**本报讯（记者董梓童）报道：**日前，全球最大化工集团巴斯夫宣布，已经与可再生能源发电上市公司博枫签订了一份长期购电协议。根据协议，博枫将为巴斯夫位于广东省湛江市的一体化基地建造一座可再生能源发电站，包括光伏发电、风电及配套储能 3 种能源类别。该电站所发电力将以固定电价的形式售出，并满足广东省可再生能源交易规则，合同交易期限为 25 年。这是中国可再生能源电力交易市场上首个固定价格的长期交易协议。

巴斯夫全球高级副总裁、中国新一体化基地负责人及巴斯夫一体化基地（广东）有限公司总经理林汉平先生表示，巴斯夫致力于将湛江一体化基地打造成为可持续生产的典范。为此，公司提出了“到 2025 年为整个湛江一体化基地提供 100% 可再生能源电力”的目标，这是巴斯夫实现气候中和目标的重要举措，也将为中国碳减排目标作贡献。此次与博枫的合作是进一步确保湛江一体化基地可再生能源供电的重要一步。

博枫可再生能源管理合伙人、全球首席运营官 Ruth Kent 女士指出：“净零转型刻不容缓，需要各方通力协作，我们很高兴能助力巴斯夫实现碳减排目标。”

据了解，巴斯夫位于湛江市的一体化基地项目于 2019 年 11 月正式启动，项目总投资额为 80 亿欧元至 100 亿欧元。建成后，该项目将成为巴斯夫迄今为止最大的投资项目，并由巴斯夫独立建设运营。同时，该基地还将成为巴斯夫在全球的第三大一体化生产基地，预计基地首个生产装置将于今年投入运营。

## 比亚迪发布 CTB 电池车身一体化技术

中国能源报 2022.5.30

**本报讯（实习记者姚美娇）报道：**近日，比亚迪发布 CTB 电池车身一体化技术，搭载于海豹车型。据了解，这项技术将电池上盖与车身底板进一步融合在一起，简化了车身结构和生产工艺，搭配刀片电池使用，电池既是能量体，也是结构件。

CTB 车身一体化技术指将电芯直接集成到车身底部，与车身共享结构件。据了解，过去电池包由电芯组成模组，再由模组形成电池包，电池内部空间利用率低，往往难以满足用户需求。近年来，CTP（无模组电池）技术得到快速发展，已应用于众多车型。CTP 技术通过将电芯直接整合至电池包内，省去中间的模组装配环节，提升了单位体积内的空间利用率。“CTB 技术是在 CTP 技术的基础上，将电池上盖与车身地板合二为一，从原来电池包‘三明治’结构，进化成整车的‘三明治’结构，电池单体直接集成到车身上的技术。”比亚迪执行副总裁、汽车工程研究院院长廉玉波介绍称。

据比亚迪方面介绍，CTB 刀片电池包的结构灵感来源于蜂窝铝结构，刀片电池相邻电芯可以紧密排列在一起，通过上盖板和底板组成类蜂窝结构，这让 CTB 刀片电池包的结构强

度得到突破，能够顺利通过 50 吨重卡碾压的极端测试。

同时，得益于 CTB 刀片电池包的安全和结构强度，车型性能指标的发挥空间更广。高扭转刚度意味着车辆在不同工况下，形变量更小，车体响应更快，车辆弯道操控体验有明显提升。此外，CTB 刀片电池包的质心更均衡，实现整车 50:50 黄金轴荷，车辆的稳定性更好、惯量更低、车身响应跟随更快。

“首先，车身地板与电池上盖板的集成，释放了原来多层结构占用的空间。采用 CTB 电池技术的动力电池系统，体积利用率提升至 66%。其次，CTB 技术让电池包与车身融合，作为结构件参与整车传力，安全性能大幅提高，整车侧柱碰撞入侵量减少 45%，能够打造撞不断的电动车。CTB 技术让高刚性的刀片电池与车身结合，更为紧密，整车扭转刚度提升了一倍。”廉玉波表示。

“得益于 CTB 带来的这些优势，搭载 CTB 技术的 e 平台 3.0 在安全、操控、高效、美学等方面，都实现了新突破，赋予了整车更强的性能表现，对电动车的发展实现了迭代。”廉玉波称。

其实，为进一步节省空间和降低成本，电芯与车身底盘的一体化目前已渐成发展趋势，吸引了多家企业追赶布局。在比亚迪发布 CTB 之前，更为业内熟知的是 CTC 技术，该技术指将电池、底盘和下车身进行集成设计，简化产品设计和生产工艺的前沿技术，能够通过减少冗余结构和零部件数量实现更高的结构效率。

有业内人士指出，比亚迪的 CTB 电池技术与 CTC 技术的本质都是提高电池的能量密度、压缩车体空间。究竟孰优孰劣，还需要在搭载这一技术的车型上市后才能验证。“在 CTC、CTB 发展的同时，其他电池技术也在不断并行发展，能否成为未来的行业主流还要打上问号。”

## 我国首个碳捕集领域国际标准正式立项

中国电力报 2022.5.26

本报讯（通讯员 郑棹方 汤谧琼）报道 5 月 10 日，由中国华能集团清洁能源研究院牵头制定的国际标准 ISO 27927《燃烧后二氧化碳捕集吸收溶液的关键性能指标及测试方法》正式注册立项，实现了我国碳捕集领域在国际标准工作上“零”的突破，将为全球燃烧后碳捕集工艺提供技术规范和评价依据。

吸收溶液的开发是燃烧后二氧化碳捕集技术研发的核心工作之一，自 2007 年以来，中国华能集团陆续开发了具有完全自主知识产权的商品化“HNC1~HNC5”系列和“相变型”等多个二氧化碳吸收溶剂，并将我国碳捕集技术首次整体出口至澳大利亚等多个国家。本标准规范了燃烧后二氧化碳捕集采用的吸收溶液的表征方式和关键性能参数，可以指导企业、工厂、政府、学术研究机构等开展碳捕集吸收材料的生产研发，对全球碳捕集领域的科学研究、工程建设和运行管理具有重要指导意义。

中国华能集团将继续发挥在国际碳捕集领域的技术优势，联合国内外相关企业、机构及专家，引领推动碳捕集吸收材料表征方法和关键性能指标评价体系在科研和生产活动中的规范化使用，为加速 CCUS 的产业化进程，为中国实现碳达峰、碳中和和国际实现净零排放目标作出贡献。

## 中国能建西北院开发大开口槽式集热器 入选国家首台（套）重大技术装备项目

中国电力报工程周刊 2022.5.24

**本报讯（通讯员王海霞）报道** 近日，中国能建中电工程西北电力设计院（以下简称“西北院”）申请的《大开口槽式集热器》被国家能源局列为 2021 年度能源领域首台（套）重大技术装备项目。本次入选，标志着该院在光热领域又取得一项瞩目成就。

大开口槽式集热器是目前世界上开口最大的槽式集热器，集热器开口宽度 8.6 米，集热器总装（SCA）净集热面积 1285 平方米，采用扭矩框型钢结构支架，并配备旋转式液压驱动装置及精确的控制系统。相比传统欧洲槽集热器，该大开口槽式集热器年均光学效率提高 5%~8%，成本降低 15%~25%。

西北院于 2018 年 5 月启动由世界银行基金支持的大开口槽式集热器开发项目。2020 年 10 月，大开口槽式集热器示范回路于海西州多能互补示范工程基地内建成，并完成调试，性能达到设计目标，为基地的生产办公楼清洁供暖。随后，大开口槽式集热器有力支持了该院多个含光热发电的多能互补一体化绿电项目的申报。开发高性能、低成本、具有自主知识产权的槽式集热器，对企业转型具有重要意义。

## 我国生物航煤首获全球 RSB 可持续认证

中国能源报 2022.5.16

**本报讯** 中国石化日前发布消息称，镇海炼化油脂加氢（HEFA）路线生物航煤产品通过可持续生物材料圆桌会议（RSB）认证。认证表明，镇海炼化生物航煤装置原料、生产工艺及产品均符合 RSB 生物燃料可持续发展的基本原则与标准，获得全球可持续生物材料应用认可。镇海炼化成为亚洲第一家获得全球 RSB 可持续生物航空燃料认证的企业。这将推动我国自主研发和生产的生物航煤走出国门，打开国际应用市场，促进可持续航空燃料的产业化运行、商业化应用。

RSB 认证机构是一个总部位于瑞士日内瓦的多国联合国际组织，该认证为可持续生物材料、生物燃料和生物质生产提供了同行评审的全球认证标准，是目前业界广泛认可的可持续标准之一。据了解，根据欧盟及国际航空组织要求，生物燃料进入欧洲及国际航空减排市场，需经过 RSB 认证，确保其符合航空产业绿色低碳标准。

生物航煤是以可再生资源为原料生产的航空煤油，原料主要包括餐饮废油、动植物油脂、农林废弃物等。与传统石油基航空煤油相比，全生命周期二氧化碳排放最高可减排50%以上。镇海炼化是我国首套生物航煤装置拥有者。随着RSB认证完成，镇海炼化将按市场可持续航空燃料的需求，于近期进入试生产阶段。

在生物质燃料领域，中国石化一方面领跑生物航煤技术，2011年成功开发出具有自主知识产权的生物航煤生产技术，并推动生物航煤在2013年、2015年、2017年相继完成首次技术试飞、首次国内商业航班应用和首次跨洋国际航班应用，中国成为继美国、法国、芬兰之后第4个拥有生物航煤自主研发生产技术的国家。另一方面，不断推进生物柴油技术发展。2001年开始部署生物柴油新技术的研发工作，经过多年发展，如今，正大力推进生物柴油供应设施建设，让生物柴油“常态化”应用于车辆。以中国石化上海石油为例，自2017年试点启动B5车用柴油加注以来，累计加注B5车用柴油超2000万辆次，日均加注约1.25万辆次。（钟华）

## 粤两座百万千瓦级抽水蓄能电站投产

大湾区电网抽水蓄能总装机达近1000万千瓦

南方日报 2022.5.29

5月28日，南方电网建设的广东梅州、阳江两座百万千瓦级抽水蓄能电站，同时投产发电。至此，粤港澳大湾区电网抽水蓄能总装机近一千万千瓦，高峰时段顶峰发供电能力大幅提高。粤港澳大湾区电网成为世界上抽水蓄能装机容量最大、电网调节能力最强、清洁能源消纳比重最高的世界级湾区电网。

### 强支撑▶▶助力打造世界清洁能源利用示范湾区

两座抽水蓄能电站机组装机总容量为240万千瓦，将提升粤港澳大湾区电网调节能力超过三成，有效促进新能源大规模、高比例接入。目前，南方区域抽水蓄能装机突破1000万千瓦，达1028万千瓦，其中粤港澳大湾区的抽水蓄能装机容量达到968万千瓦，为粤港澳大湾区打造世界清洁能源利用示范湾区提供坚强的支撑。

目前，粤港澳大湾区最高负荷需求约1亿千瓦、最低时仅3000万千瓦，用电峰谷差很大，对电网调节能力要求很高。抽水蓄能电站主要在电网中承担调峰、填谷、紧急事故备用任务，具备调频、调相和黑启动、储能等功能，具有启停时间短、调节灵活性强等特点。

两座抽水蓄能电站全面投产后，将为不断提高粤港澳大湾区电力系统中的新能源占比提供有效资源调节，促进新能源充分消纳，预计全年可优化调峰电量34亿千瓦时，对应减少二氧化碳排放280万吨，减排效果相当于近22万亩森林的净化效果。

### 稳经济▶▶拉动上下游产业链投资约300亿元

“两座电站总投资约150亿元，除了规模可观的电力调节效益外，它的建设投运，还可拉动上下游产业链投资约300亿元、带动就业岗位约7.4万个。作为央企，我们要发挥好原

创技术策源地和现代产业链‘链长’作用，为服务构建新型电力系统提供有力的专业化支撑。”南方电网调峰调频发电公司董事长刘国刚说。

两座抽水蓄能电站在建设过程中，不断推动产业发展，拉动上下游产业链、供应链、创新链持续发展。据统计，两座抽水蓄能电站从主体工程开工到投产共有121个参建单位，成功攻克了87项重大关键技术。

梅州抽水蓄能电站位于广东省梅州市五华县，是国家《赣闽粤原中央苏区振兴发展规划》重点项目，电站上、下水库库容分别为4102万和4382万立方米，位居全国第二。梅州抽水蓄能电站从主体工程开工至电站全面投产仅用时48个月，创造国内抽水蓄能电站主体工程建设最短工期纪录。其中4号机组成功实现机组开关成套设备国产化，打破了该系列设备长期被国外厂商垄断的局面。

阳江抽水蓄能电站位于广东省阳江市阳春八甲山区，是国家“十三五”水电发展规划中40万千瓦级设备自主化的依托项目。阳江抽水蓄能电站是目前国内已投运单机容量最大的抽水蓄能电站，机组设计难度位于世界前列；建成世界首条800米水头级钢筋混凝土衬砌水道，节约造价近30%，节省资金约2亿元。

两座国产化抽水蓄能电站全面建成，实现了多项工程建设和技术突破，标志着我国抽水蓄能设备设计制造水平又迈上了一个新的台阶，先进经验将为“双碳”目标下抽水蓄能电站大规模建设提速增能。

据了解，南方电网公司正加快推进广东肇庆浪江、惠州中洞、广西南宁三个抽水蓄能电站建设，计划“十四五”和“十五五”期间分别建成投产500万和1500万千瓦抽水蓄能装机，以满足2亿千瓦新能源接入电网调节和大规模清洁能源消纳的需要，有力支撑构建新能源占比逐渐提高的新型电力系统，服务“碳达峰、碳中和”目标。（刘倩 宋超 王耀广）

## 首个生物天然气工业直供项目投运

中国能源报 2022.5.30

**本报讯** 日前，山西省首个生物天然气工业直供项目在朔州市应县投运，产出的甲烷浓度达到98%的合格生物天然气顺利并入燃气管网，并直接运用于应县陶瓷产业集群，实现了有机废弃物的循环利用。

该项目由华新燃气集团投建，应用了目前国内领先的中温厌氧发酵技术，通过多重工艺路线，实现了粪污自动化处理和循环利用。项目年可处理牛粪粪污20万吨，年产沼气1000余万立方米，通过脱碳提纯，年产生物天然气460万立方米，年产沼液11.7万吨，年产沼渣量约6万吨。

“应县作为畜牧大县，大型牧场聚集，畜禽粪便一直是困扰当地环境的重要因素。项目的落地运行，既变‘废’为‘宝’，解决了当地环境难题，为加快推进畜禽粪污资源化利用发挥了重要支撑作用，又为当地工业燃料的提档升级和低碳化改造提供了有力支持，起到了

很好的示范带动作用。”山西省农业农村厅畜牧局局长谢卓说。

据华新燃气集团新能源发展中心主任刘祺介绍，依托该项目，华新燃气集团联合多家专业院校和科研院所，开展了沼液培育微藻、盐碱地改良等创新技术的联合攻关研究，以实现生物质能源产业与生物捕碳、有机旱作农业的耦合发展。（武小渝）

## 上海电气首台 130 万千瓦级核电发电机研制成功

中国能源报 2022.5.23

本报讯日前，上海电气电站集团重点项目——漳州核电 1 号机组顺利完成包括电机参数测量在内的全部型式试验项目，标志着上海电气首台 1300MW 级核电发电机研制成功。试验结果表明，首台发电机效率高、振动小、漏氢量少、噪音低，各项性能指标优于 GB/T 7064、IEC 60034 等国内外标准要求，综合性能达到国际先进水平。

2017 年，依托漳州核电一期工程，上海电气电站集团正式立项开发 1300MW 级核电发电机，该机型能够匹配百万千瓦级压水堆核电技术“华龙一号”。产品开发过程中，综合了百万千瓦级核电发电机的设计、制造和运行经验，开展自主设计，采用系列化、模块化设计理念，按照科学合理的 PDP 产品开发流程，确保产品的高性能和开发工作的高质量。研制过程中，项目团队从电磁方案、冷却方式，到具体安装、总装、定、转子结构、绝缘体系设计、无刷励磁机设计以及辅助系统设计等每个环节进行了大量方案对比，逐步优化。另外，从电磁、温升、机械、模态以及可靠性等多个角度验证设计的合理性并保证产品的可靠性。（钟后鸿 沈阳）

