

能 量 转 换

剪 报 资 料

总 54 期
6/2022.6

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. 新能源装机量突破 500 兆瓦..... 5
2. 新规划：“十四五”可再生能源将高质量跃升发展..... 5
3. 《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》解读..... 6
4. “十四五”可再生能源发展提速..... 10
5. 2025 年可再生能源消费总量达到 10 亿吨标准煤..... 13
6. 甘肃打造“大送端”枢纽型新型电力系统..... 14
7. 今年全球可再生能源新增装机将再扩大..... 16
8. 六方面发力 建设全国统一能源市场..... 17
9. 欧盟多国“抱团”应对能源危机——北海地区海上风电和天然气资源获关注..... 21
10. IEA：今年清洁能源投资将再创新高..... 22
11. 可再生能源称我国电源增量主力——中电联相关部门负责人解读 1~5 月电力工业统计数据..... 23
12. 七部门发文再次强调，促进更多资金投向低碳领域——绿色金融“点绿成金”..... 25
13. 我国农业绿色发展取得明显成效..... 27
14. 欧洲各国打响能源安全保卫战..... 28

二、热能、储能、动力工程、节能

1. 新型铝基复合负极材料让电池抗冻又耐热..... 30
2. 液冷技术有望数据中心节能降耗..... 31
3. 欧洲最大动力电池回收工厂启动..... 32
4. 石墨烯纳米网膜可进行高效水油分离..... 34
5. 独立储能电站迎来重大利好——《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》解读..... 34

6. 中国电动船舶用锂离子电池市场规模超 2 亿元	36
7. 多国推动发展绿色建筑	37
8. 我国科学家创制碳家族单晶新材料	39
9. “十四五”推动城市电、热系统结构性优化	40
10. 独立储能获政策“充电”	40
11. 半固态电池赛道启动	42
12. 纳米石墨烯和石墨烯纳米作为多功能材料的现状和前景	44
13. 电化学储能迎五大创新机遇	44
14. 甲醇汽车期待加入“新能源”家族	46
15. 动力电池催热锰基材料	49
16. “重力储能”商业化渐行渐近	51
三、碳达峰、碳中和	
1. 国家能源集团电科院 牵头打造国内首个省级“双碳”平台项目	53
2. 完善绿色低碳技术体系、创新路径 为碳达峰碳中和提供有效支撑	53
3. 推动蓝色“碳”索，积蓄绿色能量	55
4. 财政部印发《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》——构建促进绿色低碳发展的财税政策体系	56
5. 多重挑战下的中国低碳转型之路——国合会 2022 年年会论坛综述	57
6. 数字化+绿色低碳助新型电力系统双转型	59
7. 让综合能源系统助力实现“双碳”目标	61
8. 协同推进减污降碳 助力实现美丽中国建设和“双碳”目标	62
9. 低碳能源政策将成为遏制臭氧污染的新武器	65
10. 液流电池重获市场关注	67
11. 我国油气企业按下低碳发展“快进键”	69
四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）	
1. 低浓度二氧化碳快速集获器面世	71
2. 多国持续探索资源循环利用	72
3. 北京将推动再生水成为工业用水首要来源	74
4. “城市采矿”构筑可持续未来	75
5. 让二氧化碳产出更多价值——我国碳产业现状浅析	76
6. 废弃手机中有多少珍贵金属	78
7. 科学家发现爱吃塑料“超级蠕虫”	80
8. 微藻治废有潜力有前景但还需跨过几道坎	81
9. “绿电”催化技术做媒，废弃塑料变高附加值资源	83
10. 多污染物协同治理是未来空气质量改善重点	85

11. 废弃生物质制成新型类 PET 塑料	86
12. 生物天然气产业蓄势待发	87
13. 海上规模化二氧化碳捕集、利用及封存项目启动	89
14. 发展生物质氢能前景广阔	90
15. 中外专家共商减少海洋塑料垃圾管理路径	91
16. 瑞士科学家研制出环保塑料	91

五、太阳能

1. NASA 投资研发“彩虹”太阳帆	92
2. 首座光伏直供换电站：100 台电动重卡的能量补给站	93
3. 全国首座潮光互补型智能光伏电站全容量并网	94
4. 水风光一体化开发优化水电发展	95
5. 太阳能汽车对电动汽车构成挑战	96
6. 建设实证实验平台 推动光伏、储能产业高质量发展	97
7. 可再生能源技术重要里程碑 钙钛矿太阳能电池寿命延至 30 年	98
8. 新型太阳能电池光电转化效率达 25%	99
9. 这种节能玻璃可灵活“调控”热量进出	99
10. 《中国光伏产业从业人员白皮书（2021 - 2022 年版）》发布——2025 年光伏行业直接从业 业人员需求将突破 55 万	101
11. 创新探索“光伏 + 农作物”模式	102
12. “逐日工程”光明在前 全链路全系统空间太阳能电站地面验证系统通过验收	103
13. 中国开发空间太阳能影响深远	104

六、地热能

1. 天津首个地热矿业权集中打包出让项目全面施工	105
2. 公共建筑全面推广地热能应用	106

七、海洋

1. 仿生粘合有机框架膜有望实现高效低成本海水淡化	106
2. 兆瓦级波浪能发电平台在东莞开建	109

八、氢能

1. 未来将建成氢资源和氢能供应基地	109
2. 多项政策推动氢能产业健康发展	110
3. 全国首台商业化氢内燃机重卡“上路”	112
4. 氢电耦合快速升温	113
5. 绿氢规模化应用按下“快进键”	115
6. 氢能产业频获政策赋能	116
7. 日本欲成为全球首个“氢经济体”	118

8. 上海出台省级氢能中长期规划·····	119
-----------------------	-----

九、风能

1. 全球最大抗台风半直驱海上机组下线·····	119
2. 风电开发挺进深远海——国内首台深远海浮式风电装备“扶摇号”完成总装·····	120
3. “人工智能+”让风电更高效·····	122
4. 国家首批大型风电光伏基地项目腊巴山风电项目正式开工·····	123
5. 亚洲最长抗台风型明阳智能 111.5 米叶片正式下线·····	124
6. 我省风电临海实验基地具备风机测试条件·····	125

十、核能

1. 提升核能理性认知，共建清洁美丽世界·····	125
2. 全国工业园区首个核能供汽车程呼之欲出·····	127
3. 准备着，点亮“人造太阳”·····	129

十一、其他

1. 国务院：有序释放煤炭优质产能·····	130
2. 发展抽水蓄能 推动绿色发展·····	132
3. 煤矸石资源化综合利用提质空间大·····	133
4. 欧盟多国“重启”煤电应对能源危机·····	135

行业动态

1. 我国首个盐穴压缩空气储能电站投产·····	137
2. 电力系统配置电化学储能国标将出台·····	138
3. 大连化物所新电池技术在欧应用·····	139
4. 加快推动我国零碳负碳农产品生产与认证·····	140
5. 我国污水处理领域首个低碳团体标准发布·····	141
6. 中国石油建成首个秸秆制生物天然气中试基地·····	142
7. 我国首个海上二氧化碳封存示范工程设备建造完工·····	142
8. 江苏出台“无废城市”建设指标体系·····	143
9. 河北建成首个兆瓦级新型电力系统示范工程·····	143
10. 国内首台百千瓦级船用氢燃料电池发电系统获 CCS 认证·····	144
11. 智能风电领域行业标准发布·····	145
12. 东北首座核电站全面投产·····	145
13. 两项海水淡化技术成果转化进入中试生产·····	146

本简报资料仅供领导和科技（研）人员学习参考

一、总论

新能源装机量突破 500 兆瓦

中国能源报 2022.6.13

本报讯 6 月 5 日，正在建设中的天水汇能甘谷古坡风电场和甘谷白石分散式风电场项目完成 4 台风电机组安装，配套的两座 110 千伏升压站也正在安装中，预计今年 9 月全部建成并网。在并网过程中，天水供电公司根据相关国家标准和行业标准规定，严格审核风电场并网技术条件和资料，确保新能源并网过程中电网安全稳定运行。

这两座风电场总投资 7.09 亿元，设计安装有 14 台单机容量 3.3 兆瓦和 11 台单机容量 4.5 兆瓦风电机组，设计年均发电量约为 2.4 亿千瓦时，预计每年可以减少 22 万吨二氧化碳排放量，一年可节约标准煤 8 万吨左右。截至目前，天水电网新能源装机总量达到 506.28 兆瓦，其中风电装机 379.5 兆瓦，光伏装机 126.78 兆瓦。（郭纪雄 殷宏伟）

新规划：“十四五”可再生能源将高质量跃升发展

科技日报 2022.6.2

科技日报北京 6 月 1 日电（记者刘园园）6 月 1 日，由国家发展改革委、国家能源局、财政部等 9 部门联合印发的《“十四五”可再生能源发展规划》（以下简称《规划》）正式公布。

《规划》综合判断，“十四五”时期我国可再生能源将进入高质量跃升发展新阶段，呈现新特征：大规模发展、高比例发展、市场化发展、高质量发展。

“《规划》锚定碳达峰、碳中和目标，紧紧围绕 2025 年非化石能源消费比重达到 20% 左右的要求，设置了 4 个方面的主要目标。”国家发展改革委、国家能源局有关负责同志介绍，其中可再生能源总量目标是，2025 年，可再生能源消费总量达到 10 亿吨标准煤左右；“十四五”期间，可再生能源在一次能源消费增量中占比超过 50%。

上述有关负责同志介绍，《规划》明确提出以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点，加快建设黄河上游、河西走廊、黄河几字弯、冀北、松辽、新疆、黄河下游等 7 大陆上新能源基地；科学有序推进大型水电基地建设；依托西南水电基地调节能力和外送通道，统筹推进川滇黔桂、藏东南两大水风光综合基地建设；优化近海海上风电布局，开展深远海海上风电规划，推动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 5 大海上风电基地集群。

《规划》还提出，加强可再生能源前沿技术和核心技术装备攻关。重点开展超大型海上风电机组研制、高海拔大功率风电机组关键技术研究，开展光伏发电户外实证示范，掌握钙钛矿等新一代高效低成本光伏电池制备及产业化生产技术等。

《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》解读

中国电力报 2022.5.31

经国务院同意，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》）。《实施方案》对促进新能源高质量发展作出了哪些部署？记者专访了国家发展改革委、国家能源局有关负责同志。

中能传媒：《实施方案》出台的背景及主要内容是什么？

答：2020年9月，习近平总书记作出碳达峰、碳中和重大宣示，12月又明确提出到2030年我国非化石能源占一次能源消费比重达到25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上。2021年12月，习近平总书记在中央经济工作会议上强调传统能源逐步退出要建立在新能源安全可靠的替代基础上。2022年1月，习近平总书记在中央政治局第三十六次集体学习中明确提出，要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。习近平总书记的重要讲话和指示为新时代新能源发展提出了新的更高要求，提供了根本遵循。

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。为深入贯彻落实习近平总书记的重要讲话和指示精神，促进新时代新能源高质量发展，我们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，历时近两年，围绕新能源发展的难点、堵点问题，在创新开发利用模式、构建新型电力系统、深化“放管服”改革、支持引导产业健康发展、保障合理空间需求、充分发挥生态环境保护效益、完善财政金融政策等七个方面完善政策措施，重点解决新能源“立”的问题，更好发挥新能源在能源保供增供方面的作用，为我国如期实现碳达峰碳中和奠定坚实的新能源发展基础。

中能传媒：《实施方案》在开发利用模式上如何促进新能源高质量发展？有什么新做法？**答：**《实施方案》坚持统筹新能源开发和利用，坚持分布式和集中式并举，突出模式和制度创新，在四个方面提出了新能源开发利用的举措，推动全民参与和共享发展。

一是加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏发电基地建设。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。在基地规划建设运营中，要推动煤炭和新能源优化组合，鼓励煤电与新能源企业开展实质性联营。

二是促进新能源开发利用与乡村振兴融合发展。要充分调动农村农民发展新能源的积极性，加大力度支持农民利用自有建筑屋顶建设户用光伏，积极推进乡村分散式风电开发。要

加强模式创新，培育农村能源合作社等新型市场主体，鼓励村集体依法利用存量集体土地通过作价入股、收益共享等机制，参与新能源项目开发，共享新能源发展红利。

三是推动新能源在工业和建筑领域应用。开发利用新能源是我国工业和建筑领域实现碳达峰碳中和的重要举措，要在具备条件的工业企业、工业园区加快发展分布式光伏和分散式风电等新能源项目，积极推进工业绿色微电网、源网荷储一体化、新能源直供电等模式创新；推动太阳能与既有和新建建筑深度融合发展，完善光伏建筑一体化技术体系，显著扩大光伏安装覆盖率，提高终端用能的新能源电力比重。

四是引导全社会消费新能源等绿色电力。目前绿色电力消费已经成为全球潮流，我国亟待健全相关制度体系、打通堵点，满足市场需求。要开展绿色电力交易试点，推动绿色电力在交易组织、电网调度、价格形成机制等方面体现优先地位。通过建立完善新能源绿色消费认证、标识体系和公示制度，推广绿色电力证书交易，加强与碳排放权交易市场的有效衔接，有效引导各类工商业企业利用新能源等绿色电力制造产品和提供服务，鼓励各类用户购买新能源等绿色电力制造的产品。

中能传媒：《实施方案》提出加快构建适应新能源占比逐渐提高的新型电力系统，能否介绍一下主要途径和措施。

答：传统电力系统是以化石能源为主来打造规划设计理念和调度运行规则等。实现碳达峰碳中和，必须加快构建新型电力系统，适应新能源比例持续提高的要求，在规划理念革新、硬件设施配置、运行方式变革、体制机制创新上做系统性安排。

一是通过源网荷储时空布局 and 建设的系统优化，全面提升电力系统调节能力和灵活性，持续提高电力系统总体接纳新能源的能力，不断增加配电网接纳分布式新能源的能力。主要举措是，电源方面，要完善调峰调频电源补偿机制，加大煤电机组灵活性改造、水电扩机、抽水蓄能和太阳能热发电项目建设力度，鼓励西部等光照条件好的地区使用太阳能热发电作为调峰电源；电网方面，要充分发挥电网企业在构建新型电力系统中的平台和枢纽作用，要加强“硬件”和“软件”的创新，更好地适应新能源大规模快速发展需要；负荷方面，要深入挖掘需求响应潜力，提高负荷侧对新能源的调节能力；储能方面，要研究储能成本回收机制，推动新型储能快速发展。

二是推进配电网接纳分布式新能源方面，电网企业要加强有源配电网（主动配电网）的规划、设计、运行方法研究，加大投资建设改造力度，提高配电网智能化水平，合理确定配电网接入分布式新能源比例要求。此外还将鼓励相关企业探索开展适应分布式新能源接入的直流配电网工程示范。

三是稳妥推进新能源参与电力市场交易。电力市场规则的设计要充分考虑新能源的特点，核心是保障新能源参与市场能够有明确的投资收益预期，保障新能源行业投资积极性。考虑新能源电力特点，支持新能源项目与用户开展直接交易，鼓励签订长期购售电协议，在电力现货市场试点地区，鼓励新能源项目以差价合约形式参与电力市场交易。

四是在政策机制上强化落实可再生能源电力消纳责任权重制度。要科学合理制定各省（区、市）中长期可再生能源电力消纳责任权重，国家层面的消纳责任权重逐年提升，各省政府以及承担消纳责任权重的市场主体的责任权重逐年提升或保持，并逐渐缩小地区间消纳责任权重差距，体现新能源消纳责任共担的理念。做好可再生能源电力消纳责任权重制度与新增可再生能源不纳入能源消费总量控制的衔接，各地区“十四五”时期新增可再生能源电力消费量不纳入地方能源消费总量考核。在此基础上，进一步建立完善可再生能源电力消纳责任考评指标体系和奖惩机制。

中能传媒：《实施方案》在完善新能源项目建设管理方面有哪些新举措？

答：鉴于新能源项目点多面广、单体规模小、建设周期短等，《实施方案》立足新能源项目建设的规模化、市场化发展需求，继续深化“放管服”改革，重点在简化管理程序、提升服务水平上。

一是持续提升项目审批效率。以提高管理效率为目标简化项目管理程序，完善新能源项目投资核准（备案）制度，推动风电项目由核准制调整为备案制，以新能源为主体的多能互补、源网荷储、微电网等综合能源项目，可作为整体统一办理核准（备案）手续。依托全国投资项目在线审批监管平台，建立新能源项目集中审批绿色通道。推进实施企业投资项目承诺制，制定项目准入负面清单和企业承诺事项清单，提升审批效率。在监管方面，继续加强事前事中事后全链条全领域监管。

二是优化新能源项目接网流程，提升服务水平。要实现接网申请一网通办、开放透明。电网企业要建立新能源项目一站式服务平台，及时更新并提供有关信息，包括新能源项目可用接入点、可接入容量、技术规范等，实现新能源项目接网全流程线上办理。

三是健全公共服务体系，补足短板。要在全中国新能源资源勘查、数据共享、检测认证等方面健全新能源公共服务体系，促进全社会共同开发新能源。

中能传媒：《实施方案》提出要支持引导新能源产业健康有序发展，请介绍相关政策举措。

答：经过多年发展，我国已经形成了较为完善并具有一定优势的新能源产业链体系。新形势下，我国新能源产业必须强化创新驱动，统筹发展与安全，促进形成以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局。为此，《实施方案》从提升技术创新能力、保障产业链供应链安全、提高国际化水平等方面支持引导新能源产业健康有序发展。

一是推进新能源科技创新与产业升级。为推动我国新能源技术创新水平，《实施方案》提出加大前沿技术创新的政策支持，建立产学研一体化平台，建设国家级新能源实验室和研发平台，加大基础理论研究投入，提前布局前瞻性、战略性、颠覆性技术的研究。为推动新能源实现产业和技术升级，要推进新能源产业实现智能化、绿色化发展，并实现关键技术突破和升级。加大对新能源产业智能制造和数字化升级支持力度，实现新能源产业与信息技术深度融合；推动退役风电机组、光伏组件回收处理技术和新产业链发展，实现产业链全生命

周期闭环式绿色发展；推进关键技术突破，加快推动关键基础材料、设备、零部件等技术升级。

二是保障新能源产业链供应链安全。为了保障新能源产业的安全稳定，实现供应链上下游协同发展，依照新能源产业链分工对供应链上下游实施科学统筹管理；增加新能源扩产项目信息透明度，增强设备、材料企业对产业供需变化的响应能力，防控价格异常波动，增强新能源产业链供应链韧性。为了规范新能源产业发展秩序，防止低水平重复建设，要加强产业规划和政策引导，要指导地方政府做好新能源产业规划，落实光伏产业规范条件；要遏制低水平项目盲目发展，及时纠正违反公平竞争的做法，破除地方保护主义。

三是提高新能源产业国际化水平。全球新能源产业合作与竞争不断深化，但我国新能源产业在知识产权、标准和认证的国际认可程度仍然不足，因此《实施方案》提出，要加强知识产权全球布局，形成达到国际先进技术和质量管理水平的计量、检测和试验研究能力，积极参与新能源领域国际标准的制定和修订，提高计量和合格评定结果互认水平，提升我国标准和检测认证机构的国际认可度和影响力。

中能传媒：保障新能源发展的用地用海需求，并实现新能源与生态环境协调发展，是未来新能源大规模发展的难点，《实施方案》在这方面有何考虑。

答：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。

一是完善新能源项目用地管制规则。为了保障新能源大规模开发的合理空间需求，需要加强空间规划之间、相关主管部门之间的协同。《实施方案》提出，应完善新能源用地、用海空间用途管制规则，建立自然资源、生态环境与能源主管部门之间的协同机制；将新能源项目的空间信息按规定纳入国土空间规划“一张图”，严格落实生态环境分区管控要求，统筹安排大型风光电基地建设项目用地用林用草。还提出在符合国土空间规划和用途管制要求基础上，要充分利用沙漠、戈壁、荒漠等未利用地，布局建设大型风光电基地。此外，为了规范各地的土地使用税费征收，《实施方案》明确提出，地方政府应严格依法征收土地使用税费，不得超出法律规定征收其他费用。

二是提高国土空间资源利用效率。我国土地资源较为紧张，尤其是中东部地区，新能源项目应节约集约利用国土空间资源。《实施方案》提出，要严格执行土地使用标准，不得突破标准控制；同时通过技术进步节约用地，鼓励推广应用节地技术和节地模式，用地节约集约化程度必须达到国内同行业先进水平。为了最大程度减少对海岸线的占用和影响，《实施方案》还提出，要优化调整近岸风电场布局，鼓励发展深远海风电项目，同时规范设置登陆电缆管廊。鼓励“风光渔”融合发展，切实提高风电、光伏项目海域资源利用效率。

三是大力推广生态修复类新能源项目。光伏发电具有一定生态修复的效果，以“光伏

+”治理沙漠、戈壁、荒山、沉陷区等土地，实践证明新能源开发与生态保护修复可以有机融合，实现土地的高效利用。《实施方案》为此明确提出要大力推广生态修复类新能源项目，研究出台光伏治沙等生态修复类新能源项目设计、施工等标准规范，并支持在石漠化、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。

中能传媒：《实施方案》提出了通过财政金融手段支持新能源发展，相关政策措施将如何开展？

答：“十四五”风光等主要新能源已实现平价无补贴上网，财政政策支持的方向和模式需要与时俱进，金融支持政策力度需要加大，进一步发挥财政、金融政策的作用。《实施方案》提出三方面政策举措：

一是优化财政资金使用。将加强央地联动，按照以收定支原则用好增量资金。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。

二是落实金融支持政策。推进金融机构以依法合规、风险可控和商业可持续为前提，发放可再生能源存量项目电价补贴确权贷款。利用电网企业融资优势，拓展资金来源，使可再生能源发电延续补贴资金年度收支平衡。支持金融机构提供绿色资产支持（商业）票据、保理等创新方案，解决新能源企业资金需求。

三是丰富绿色金融产品和服务。新能源开发、运营和应用所涉及的企业量大面广，融资需求和融资难点不一，金融机构要创新产品和服务，在风险可控的前提下加大绿色债券、绿色信贷对新能源项目的支持力度。国家已将新能源项目纳入基础设施不动产投资信托基金（REITs）试点支持范围，应尽快完善项目程序流程和规范，积极推进新能源项目挂牌并扩大支持规模。结合完善全国碳排放权交易市场，支持将符合条件的新能源项目温室气体核证减排量纳入全国碳市场进行配额清缴抵销。

“十四五” 可再生能源发展提速

经济日报 2022.6.8

近日，国家发展改革委、国家能源局等9部门联合印发《“十四五”可再生能源发展规划》（以下简称《规划》）。“十四五”时期我国可再生能源的发展目标是什么？《规划》对推动可再生能源高质量跃升发展作出哪些部署？记者采访了国家能源局相关负责人和行业专家。

跃升发展呈现四大特征

党的十八大以来，我国可再生能源实现跨越式发展，装机规模已突破10亿千瓦大关，占全国发电总装机容量的比重超过40%。其中，水电、风电、光伏发电、生物质发电装机规模分别连续17年、12年、7年和4年稳居全球首位，光伏、风电等产业链国际竞争优势凸显。

“十四五”时期是我国开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向第二个百年奋斗目标进军的第一个五年，也是我国加快能源绿色低碳转型、落实应对气候变化国家自主贡献目

标的攻坚期。

《规划》提出，“十四五”时期可再生能源要实现高质量跃升发展，如何理解“高质量跃升发展”？国家能源局有关负责人表示，这主要体现在两方面：一方面，我国要在短短不到10年内夯实能源转型基础，可再生能源发展势必“以立为先”，进一步换挡提速，成为能源消费增量的主体；另一方面，可再生能源既要实现技术持续进步、成本持续下降、效率持续提高、竞争力持续增强，全面实现无补贴平价甚至低价市场化发展，也要加快解决高比例消纳、关键技术创新、产业链供应链安全、稳定性可靠性等关键问题，进一步提质增效。

在高质量跃升发展新阶段，我国可再生能源发展将呈现哪些新的特征？“新能源在新阶段要有新气象。”国家能源局新能源司司长李创军介绍，“十四五”时期，我国可再生能源已站在新的历史起点上，将呈现大规模、高比例、市场化、高质量发展新特征。

具体来看，一是大规模发展，进一步加快提高发电装机占比；二是高比例发展，由能源电力消费增量补充转为增量主体，在能源电力消费中的占比快速提升；三是市场化发展，由补贴支撑发展转为平价低价发展，由政策驱动发展转为市场驱动发展；四是高质量发展，既大规模开发，也高水平消纳，更保障电力稳定可靠供应。

值得注意的是，区别于以往规划，本次《规划》首次以国务院9部门联合印发。“可再生能源发展离不开各部门的大力支持。”李创军表示，“十四五”可再生能源高质量跃升发展，任务更加艰巨，对资源详查、用地用海、气象服务、生态环境、财政金融等方面提出了新的更高要求，亟待完善可再生能源发展相关的土地、财政、金融等支持政策，强化政策协同保障。

“这既是规划发布形式的创新，更有助于形成促进新时代可再生能源高质量发展的强大合力。”李创军说。

可再生能源将成增量主体

为实现可再生能源高质量跃升发展，《规划》锚定碳达峰、碳中和目标，紧紧围绕2025年非化石能源消费比重达到20%左右的要求，明确2025年可再生能源消费总量达到10亿吨标准煤左右，“十四五”期间可再生能源消费增量在一次能源消费增量中的占比超过50%。

“从可再生能源内部看，我国地热能供暖、生物液体燃料、生物天然气等非电利用受资源条件、技术成熟度、开发利用经济性等因素影响，利用规模相对有限，‘十四五’可再生能源开发利用仍将以可再生能源电力为主。”水电水利规划设计总院院长彭程表示。

针对发电目标，《规划》提出，2025年可再生能源年发电量达到3.3万亿千瓦时左右，“十四五”期间，可再生能源发电量增量在全社会用电量增量中的占比超过50%，风电和太阳能发电量实现翻番。

彭程分析认为，在各类可再生能源电力发展定位和空间预期上，常规水电项目前期工作复杂，建设周期长，“十四五”期间投产项目基本明确，投产规模稳步增长；农林生物质发

电、垃圾焚烧发电等受可用资源收集与利用经济性、环保要求等约束，规模有限；光热发电、地热发电、海洋能发电尚处于商业化示范或研发阶段；资源储量大、建设场址灵活、经济性好的风电、光伏发电必须承担起新增主力责任。

此外，《规划》还明确了消纳目标和非电利用目标：2025年全国可再生能源电力总量和非水电消纳责任权重分别达到33%和18%左右，利用率保持在合理水平。2025年太阳能热利用、地热能供暖、生物质供热、生物质燃料等非电利用规模达到6000万吨标准煤以上。

“这些目标是综合考虑了各类非化石能源的资源潜力、重大项目前期工作进度、开发利用经济性等多种因素确定的，能够为完成2025年非化石能源消费占比20%左右和2030年25%左右的目标奠定坚实基础。”李创军说。

为增强可再生能源消纳能力，特高压建设进一步提速。5月19日，国网浙江电力有限公司启动白鹤滩—浙江特高压直流线路工程（浙江段）集中攻坚专项行动，工程建成后可将四川800万千瓦清洁水电送至浙江负荷中心。目前，该工程湖州吴兴段已贯通，为清洁能源高速入浙打通了第一站。预计到2030年，国家电网跨区跨省输电能力将由目前的2.4亿千瓦提高到3.7亿千瓦以上。

全面进入市场化阶段

“规划的生命在落实，《规划》提出以区域布局优化发展、以重大基地支撑发展、以示范工程引领发展、以行动计划落实发展。”李创军说。

记者了解到，在区域布局优化发展方面，“三北”地区优化推动基地化规模化开发，西南地区统筹推进水风光综合开发，中东南部地区重点推动就地就近开发，东部沿海地区积极推进海上风电集群化开发。

在重大基地支撑发展方面，明确以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点，加快建设黄河上游、河西走廊、黄河几字湾、冀北、松辽、新疆、黄河下游七大陆上新能源基地，藏东南、川滇黔桂两大水风光综合基地和海上风电基地集群。

在示范工程引领发展方面，推进深远海风电、新型高效光伏电池等技术创新示范，规模化可再生能源制氢、光伏治沙等开发建设示范，中小型抽水蓄能、村镇新能源微能网等高比例应用示范三大类18项示范工程，加快培育可再生能源新技术、新模式、新业态。

在行动计划落实发展方面，部署了城镇屋顶光伏行动、千乡万村驭风行动、千家万户沐光行动、乡村能源站等九大行动计划，以扎实有效的行动保障规划全面落地。

与此同时，《规划》更突出多元融合。既强调可再生能源各品种之间的互补发展，也强调与化石能源的融合发展，同时还贯彻生态文明建设、新型城镇化、乡村振兴、新基建等国家战略，开展光伏治沙、建筑光伏一体化、可再生能源制氢等多模式创新，拓展可再生能源发展场景，着力构建可再生能源多能互补、多元迭代发展新局面。

随着政府补贴的退出和取消，作为新增主体的风电、光伏发电已经进入平价阶段、市场化发展阶段，且风电光伏发电技术装备、产业链均达到国际先进水平，“十四五”时期风电

光伏发电装机孰多孰少、哪里多哪里少，要发挥市场在资源配置中的决定性作用。

“政府主要是做好政策供给、创造良好环境，引导规划总目标实现，不再特别扶持特定行业或给某一行业压担子。”彭程表示。（王轶辰）

2025 年可再生能源消费总量达到 10 亿吨标准煤

中国电力报 2022.6.2

本报讯（记者 邱燕超）报道 6 月 1 日，国家发展改革委、国家能源局等 9 部门联合印发的《“十四五”可再生能源发展规划》（以下简称《规划》）公开发布。《规划》坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻“四个革命、一个合作”能源安全新战略，锚定碳达峰碳中和目标任务，明确了“十四五”可再生能源发展目标、重点任务和保障举措。

《规划》指出，“十三五”以来我国可再生能源实现了跨越式发展，装机规模稳居世界领先地位，利用能力、技术水平、产业竞争力迈上新台阶，取得了举世瞩目的成就，为“十四五”可再生能源发展奠定了坚实基础。

《规划》提出，“十四五”时期我国可再生能源将进入高质量跃升发展新阶段，呈现大规模、高比例、市场化、高质量发展新特征，将进一步引领能源生产和消费革命的主流方向、发挥能源绿色低碳转型的主导作用，为实现碳达峰碳中和目标提供主力支撑。

按照 2025 年非化石能源消费比重达到 20% 左右的要求，《规划》明确，到 2025 年，可再生能源消费总量达到 10 亿吨标准煤左右，占一次能源消费的 18% 左右；可再生能源年发电量达到 3.3 万亿千瓦时左右，风电和太阳能发电量实现翻倍；全国可再生能源电力总量和非水电消纳责任权重分别达到 33% 和 18% 左右，利用率保持在合理水平；太阳能热利用、地热能供暖、生物质供热、生物质燃料等非电利用规模达到 6000 万吨标准煤以上。

《规划》强调，“十四五”时期可再生能源发展将坚持集中式与分布式并举、陆上与海上并举、就地消纳与外送消纳并举、单品种开发与多品种互补并举、单一场景与综合场景并举，以区域布局优化发展，“三北”地区优化推动基地化规模化开发，西南地区统筹推进水风光综合开发，中东南部地区重点推动就地就近开发，东部沿海地区积极推进海上风电集群化开发；以重大基地支撑发展，明确以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点，加快建设黄河上游、河西走廊、黄河几字湾、冀北、松辽、新疆、黄河下游等七大陆上新能源基地，藏东南、川滇黔桂两大水风光综合基地和五大海上风电基地集群；以示范工程引领发展，重点推进技术创新示范、开发建设示范、高比例应用示范等三大类 18 项示范工程，加快培育可再生能源新技术、新模式、新业态；以行动计划落实发展，重点推进城镇屋顶光伏行动、千乡万村驭风行动、千家万户沐光行动、乡村能源站等九大行动计划，以扎实有效的行动保障规划全面落地。

甘肃打造“大送端”枢纽型新型电力系统

中国能源报 2022.6.6

核心阅读

甘肃新型电力系统既具有特高压直流“大送端”特征，又具有西北送端电网“中心枢纽”属性，其科学规划、建设和运行直接关系到西北乃至全国新型电力系统的构建，甚至影响全国新能源供给消纳体系的建设。

甘肃，在国家能源安全战略和新能源供给消纳体系中，既是重要的能源生产基地，又是重要的能源输送“大动脉”和中转枢纽，这决定了其在建设新型电力系统时，要更多地考虑资源禀赋、地理区位、网架结构等特点，以及如何兼顾好“大送端”与“中心枢纽”的作用。如今，甘肃在建设新型电力系统的过程中，已初步形成典型性、系统性、全局性的发展重点。

记者了解到，“十四五”以来，国网甘肃省电力公司（简称“国网甘肃电力”）全力构建特高压直流送端型、区域电网枢纽型的新型电力系统。截至4月底，甘肃省新能源并网装机容量达到3122.28万千瓦，占全省总装机容量的48.95%，外送电量中新能源占比达50%，创历史新高。

发挥“大送端”“中心枢纽”双重作用

“与风光资源同样丰富的青海、新疆等省区相比，甘肃构建新型电力系统的最大特点在于地理区位和网架结构。”国网甘肃电力发展事业部专业人员对记者表示，甘肃地处西北地区中心位置，是亚欧大陆桥核心通道和丝绸之路经济带的“黄金段”，甘肃电网是西北区域电网的中心枢纽、西电东送的主通道和国家能源输送的重要走廊。目前，陕西、宁夏、青海、新疆四个省区电网没有直接相连，而是通过18回750千伏线路与甘肃电网相连，甘肃电网发挥着“坐中联四”、互联互通的枢纽作用。

据了解，甘肃构建新型电力系统的特色在于发展模式的典型性、实施路径的系统性、建设成效的全局性。

国网甘肃电力发展事业部专业人员介绍，典型性方面来看，国家明确要加大力度规划建设以大型风光基地为基础、以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。甘肃能源资源种类齐全，风光、煤炭资源丰富，“新能源+煤电+特高压”的发展模式与国家层面规划思路高度契合，具有显著的示范意义。此外，甘肃距离中东部负荷中心相对较近，风光资源丰富地区交通条件相对便利，具有较好的成本优势。

“系统性方面，作为西北区域电网的总枢纽、西电东送的主通道，甘肃新型电力系统的构建必须充分考虑西北电力系统的安全稳定经济运行乃至全国现代能源体系建设，必须坚持先立后破、通盘谋划，强化科技创新和体制改革双轮驱动，保障电力安全可靠供应，推动能

源清洁低碳转型，统筹推进送端型、枢纽型、通道型融合发展的实施路径。”国网甘肃电力发展事业部专业人员介绍，全局性方面，由于优越的资源禀赋和巨大的开发潜力，西北地区在我国能源安全供应体系中的地位愈加重要。甘肃新型电力系统既具有特高压直流“大送端”特征，又具有西北送端电网“中心枢纽”属性，其科学规划、建设和运行直接关系到西北乃至全国新型电力系统的构建，甚至影响全国新能源供给消纳体系的建设。

建设陕青宁新新能源输送主网架

随着“一带一路”建设、新时代西部大开发、黄河流域生态保护和高质量发展、碳达峰碳中和国家战略深入推进，甘肃成为高比例新能源送端的功能定位将更加清晰和稳固。开发腾格里、巴丹吉林、库姆塔格沙漠大型风光基地，与国家打造绿色安全高效的新能源供给消纳体系重大部署深度契合、同频共振。

记者从国网甘肃电力了解到，为进一步彰显甘肃电网“西北电网总枢纽、西电东送主通道、现代能源建设重基地”的大范围资源优化配置作用，国网甘肃电力加快推进了电网转型升级，滚动优化甘肃省“十四五”电网发展规划，推动特高压直流外送通道、750/330千伏西北主网架、配电网协调发展。

国网甘肃电力相关人士透露，正在加快推进甘肃与陕西、青海、宁夏、新疆750千伏省间互联和省内新能源输送主网架建设，省间余缺互济能力和主要断面输送能力不断提升，西北区域电网枢纽地位和作用持续强化。“我们正加快陇电外送特高压直流输电通道规划建设、陇电入鲁工程可研工作，已推动陇电入浙工程纳入国家电力规划并启动预可研，有序推进酒泉第二条特高压工程规划研究。”

按照“十四五”建成2条、开工1条的思路，甘肃省将提高资源汇集、重要断面输送和跨省互济能力，进一步强化甘肃电网“坐中联四”枢纽优势，加快提升新能源开发和并网服务能力。

另外，国网甘肃电力“十四五”期间将加快打造新型电力系统示范区，推进建设红色陇东多能互补、酒泉“光热储能+”等示范工程，谋划建设特高压直流送端型、区域电网枢纽型省级新型电力系统“甘肃样板”。此外，立足甘肃电网形态特点，国网甘肃电力重点在高比例新能源大规模送出消纳、新能源发电主动支撑、智能调度运行、大容量新型储能等方面加大核心技术攻关力度，依托重大工程在新能源开发、直流外送、新型储能、现货市场、电氢耦合等方面打造国内一流的创新示范基地。

面临安全经济政策等多重挑战

谈及国网甘肃电力目前建设新型电力系统的主要挑战和难点，国网甘肃电力发展事业部相关负责人直言，主要是面临电力保供形势严峻的安全性风险、建设运行成本增加的经济性风险、新能源消纳压力增大的政策性风险等。

记者采访了解到，甘肃省煤电等保障性、支撑性、调节性电源不足，新能源“靠天吃饭”问题突出，关键时刻顶峰作用不足，安全稳定风险大，保供形势严峻。受价格机制制

约，煤电投资意愿偏低、建设滞后，配套煤电滞后严重制约直流通道输送能力和利用效率。另外，抽水蓄能建设周期长，“十五五”中后期才能陆续投运。新型储能处于规模化应用起步阶段，总体容量偏小，已下达计划的配套储能设施建设滞后，未能实现与新能源项目同步建设、同步投产。

“由于灵活调节资源建设总体滞后，‘十四五’期间及以后调峰缺口将明显增大。”国网甘肃电力发展事业部专业人员向记者坦言，甘肃新能源装机占比即将超过 50%，新能源主体地位初步形成，电力系统“双高”“双峰”特征凸显，交直流混联相互影响，频率电压稳定问题相互交织，直流密集通道安全风险明显增大，新型电力系统新形态、新技术亟待研究突破。

一个不容忽视的问题是，电力系统为平衡新能源出力波动和电量消纳，配套的电网建设运维成本、调节资源投资运行成本将显著上升，而现有市场机制难以合理补偿调节性电源建设改造成本，导致调节性资源建设意愿不强，调峰能力不足。随着新能源项目布局逐步深入沙漠戈壁荒漠腹地，配套电网建设规模和成本持续上升。

多位业内人士认为，考虑到新能源发电利用小时数远低于常规电源，单位电量对应的电网建设运行成本整体呈现上升趋势，国家层面和甘肃省亟需完善政策机制，将新能源技术进步带来的发电成本降低部分，用于合理补偿电力系统调节性资源、配套电网建设成本，同时将部分成本传导至终端用户。

“目前甘肃新能源发展超前于电网、负荷、储能和支撑性、调节性电源，未来几年新能源消纳压力将持续增大，特别要防止因利用率过低导致出现颠覆性政策风险。”国网甘肃电力发展事业部专业人员表示，根据甘肃省能源发展规划建设情况，“十四五”期间甘肃新能源理论发电量年均增长 20.7%，远超省内全社会用电量年均 4.94%、外送电量年均 14.2% 的增长速度，市场空间、调节能力、输送能力等难以满足新能源大规模发展的需要。通过电力电量平衡测算，“十四五”中后期甘肃若要保持相对合理的新能源利用率，需要按照国家发改委、国家能源局《关于加快推动新型储能发展的指导意见》合理配置新型储能。

据悉，“十四五”期间，甘肃新型储能将由商业化初期步入大规模商业化应用，标准体系基本完善，产业体系日趋完备，市场环境和商业模式趋于成熟，形成开发布局优化、低价示范带动、技术多元应用的新型储能发展体系，实现与新型电力系统各环节融合发展。（苏南）

今年全球可再生能源新增装机将再扩大

中国能源报 2022.6.6

本报讯 国际能源署日前发布最新报告称，尽管原材料价格上涨、供应链面临挑战，2021 年全球可再生能源新增装机量仍达到创纪录的 2.95 亿千瓦，预计今年可再生能源新增装机容量将进一步增长至 3.2 亿千瓦。

根据该报告，自 2021 年初以来，可再生能源领域的相关原材料价格和运费成本一直呈上涨趋势。截至今年 3 月，多晶硅的价格增长了 4 倍多，铜、铝等原材料的价格涨幅均超过 50%，运输成本也增长了近 5 倍，这导致过去 10 年来光伏发电、风电成本持续下降的势头首次出现逆转。报告预计，2022 年，新建的公用事业规模光伏和陆上风电的整体投资成本将增加 15% 至 25%。

不过，尽管成本上涨，但今年可再生能源整体仍将延续增长趋势。报告称，受中国、欧盟和拉丁美洲的推动，今年可再生能源装机的增长速度将快于预期。其中，全球光伏装机量预计将在 2023 年达到 2 亿千瓦。

与此同时，报告强调，2021 年第四季度以来，全球化石燃料和电力价格上涨速度更快，因此可再生能源成本的增加并没有削弱它们的竞争力。（仲蕊）

六方面发力，建设全国统一能源市场

中国能源报 2022.6.13

核心阅读

党的十八大以来，国家能源主管部门围绕能源市场建设，先后制定出台了一系列政策措施，基础制度不断完善，市场设施加快联通，统一大市场规模效应不断显现。但与此同时，我国富煤贫油少气的基本国情和市场建设实践中存在的一些矛盾和问题，也对统一能源市场建设带来了影响，必须坚持系统观念，立足国情，立破并举，从安全、绿色、开放、科技、法治、民生六个方面着力，稳妥推进，畅通循环，为构建新发展格局提供坚强支撑。

今年 4 月公开发布的《中共中央国务院关于加快建设全国统一大市场的意见》（以下简称《意见》）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（以下简称“双碳”）目标任务，有序推进全国统一的能源市场建设。能源是全国统一大市场特别是要素和资源市场的重要组成部分，是各类商品生产形成的重要基础支撑。面对能源供需格局新变化、国际能源发展新趋势，构建全国统一能源市场是保障国家能源安全、构建高水平社会主义市场经济体制的必然要求，对于推动国内市场和国际市场更好联通、为经济社会发展提供坚强能源动力保障、加快构建新发展格局具有重要的现实意义。

建设全国统一能源市场面临的矛盾和问题

能源供应链的稳定性、安全性要求更高。进入新时代，能源发展纳入生态文明建设总体布局，在经济社会发展中的基础地位、保障作用、关联强度日益突出，降能耗、保增长是一个对立统一的时代命题，确保能源高质量供给始终是我们必须坚守的底线。我国是发展中国家，工业化、城镇化还在深入推进，能源需求会不可避免继续增长。2021 年，我国以 5.2% 的能源消费总量增速支撑了 8.1% 的 GDP 增速。当前国际能源供应链动荡加剧，我国作为能源消费大国，在大力推动经济社会全面绿色转型的同时，保障能源稳定安全供应依然是至关重要的优先事项，统筹安全和发展的重要性、紧迫性前所未有。从一定意义上说，我国经济

社会的绿色转型与发展赶超压缩在同一个时空，新时代的能源供应就必须是一个变“能源不可能三角”为“能源可能三角”的过程。

能源领域“双碳”工作任务重、压力大。建设全国统一的能源市场，必须结合实现“双碳”目标任务，有序推进。“十四五”时期，是我国“双碳”工作的攻坚期。根据国际能源署（IEA）的统计数据，2020年全球碳排放主要来自能源发电与供热、交通运输、制造业与建筑业三个领域，分别占比43%、26%、17%，能源领域是推进“双碳”工作的主战场，攸关全国“双碳”工作全局。从电源结构来看，目前，全国发电装机容量24亿千瓦，煤电装机占比接近一半，约60%的电力来自燃煤发电。煤炭和煤电既是我国能源安全的基础和“压舱石”，也是实现“双碳”目标的重中之重。要控制化石能源消费、特别是控制煤炭消费增长任务艰巨。

能源科技创新的总体水平还不能完全适应统一大市场的要求。近年来，我国能源科技水平取得重大进步，但原创性、大突破还存在短板，部分关键设备及原材料还需要进口，能源科技创新水平总体不足。关键核心技术和装备还不能适应能源高质量发展的要求，特别是构建新型电力系统亟待解决的清洁低碳能源、储能等关键技术缺少创新突破。同时，在“双碳”目标的约束下，亟须加快煤炭清洁低碳技术的研发创新，绿色低碳技术攻关、先进技术推广应用尚需加大力度。能源与数字技术的融合发展、智慧化转型、油气体制改革的深度推进形势紧迫。

能源产供需逆向分布影响了能源利用效率的提升。以煤为主是当前我国能源结构的突出特征，但绝大多数的煤炭都产自晋、陕、蒙等北方省区，而能源负荷中心则集中在东部、南部地区。同时，由于我国风光等清洁能源多分布在西北等经济欠发达地区，而电力需求则集中在东部、南部地区，电力供需的区位矛盾较大，逆向分布问题突出，带来了市场的自然分割，降低了能源利用效率，加大了市场交易流通成本，为统一市场建设增加了难度。解决新能源生产消费区域分布不均衡、发电和用能时间不匹配等问题成为提高我国能源利用效率和推动新能源大规模使用的重要基础。

建设全国统一能源市场的建议

建设安全市场。保障能源安全供应是建设统一能源市场的前提，“不能把手里吃饭的家伙先扔了，结果新的吃饭家伙还没拿到手”。建设安全市场首先要立足内需，畅通循环，使能源生产、分配、流通、消费各环节更加畅通，使能源市场供应具有可靠性、稳定性、可持续性。坚持立足国内、补齐短板、多元保障，完善产供储销体系，提高能源供应链的稳定性和弹性。坚持先立后破、问题导向，立足国情，稳妥推进，注重发挥煤炭、煤电“压舱石”的基础保障作用，着力完善好煤炭市场体系，加快建设统一电力市场体系，适时组建全国电力交易中心，稳妥推进天然气市场化改革，持续提升油气勘探开发力度，确保能源市场安全稳定。坚持系统思维和底线思维，从战略高度推进煤电油气产供储销体系建设，牢固树立节约是“第一能源”的理念，建立完善体现节能和技术进步对于能源安全稳定供应贡献率的

市场激励机制，丰富和提高能源供应链的弹性和韧劲。

建设绿色市场。建设绿色市场是建设统一能源市场的必然要求。首先，要建立和完善能源绿色发展和清洁能源畅通流动的机制。用市场的力量壮大清洁能源产业，实施可再生能源替代，加快建设统一的电力市场体系，促进绿色能源占比提高，推动煤炭和新能源优化组合，让传统能源清洁化，清洁能源规模化，能源市场绿色化；其次，结合“双碳”目标任务，坚持全国一盘棋，科学有序，稳步推进。立足以煤为主这个基本国情，抓住能源绿色低碳发展这个关键，加快能源结构调整步伐，实现能源生产环节持续降碳提效，持续降低化石能源消费比重。科学考核，完善能耗“双控”制度，尽早实现能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变，加快形成减污降碳的激励约束机制。坚持立足能源主战场，当好“排头兵”，打好“主动仗”；再次，深化改革，积极探索建立反映包括可再生能源在内的清洁能源的环保价值、降碳效益的市场机制，统筹考虑煤、油、电等多种能源之间的关系，不断突破体制、市场、行业、政策、技术等壁垒，让市场机制保障“生态优先、绿色发展”的落地落实。

建设开放市场。全国统一的能源市场不是自我封闭，而是要形成一个规则统一、竞争充分、高度开放、运行有序的能源市场格局。作为能源生产和消费大国，当前和今后都需要全方位加强国际合作，实现开放条件下的能源安全。加快建设全国统一的能源市场、形成超大规模的国内市场，才能更好地推动国内市场和国际市场联通，促进要素跨境自由有序安全便捷流动，形成对全球先进资源要素的强大引力场，有利于提高我国在国际经济治理中的话语权，在国际竞争和合作中取得新优势。只有加大开放才能提高全国统一市场的国际影响力。我国原油和天然气有着较高的对外依存度，近年来，陆续组建的油气现货交易平台，为推动我国油气市场体系建设发挥了重要作用。但是由于起步较晚，我国的油气交易中心距离高效配置油气资源、形成国际化、开放性的具有国际影响力的交易平台还需时日。目前我国只有原油期货品种，还没有成品油和天然气期货市场，相关能源品种基准价格的形成还存在缺陷。健全油气期货产品体系、规范油气交易中心建设，优化交易场所，是当前和今后我国市场建设的重要内容。必须进一步加快和规范油气交易中心建设，提升油气交易中心资源配置功能，完善交易规则，加快与国际接轨，与区域市场产生更广泛的联系，增加交易规模，丰富交易产品，增强对各市场主体的吸引能力。构建人类能源命运共同体是当今能源发展的崇高愿景，坚定不移维护全球能源市场稳定、进一步扩大对外开放、推动高质量共建“一带一路”，是能源发展的不二之选。全国统一能源大市场是我国能源行业参与国际竞争的重要依托，将成为我国积极参与全球能源治理，为全球能源可持续发展贡献中国智慧、中国力量的重要支撑。

建设科技市场。科技之于市场，既是通过市场促进能源资源在更大范围内畅通流动的保障，也是推动能源重大科技成果转化应用、提升能源产业链供应链现代化水平，实现科技自立自强、推进能源产业升级的现实需要。未来的能源市场既包括能源资源商品的交换，也涵

盖能源新技术、能源新业态、能源装备研发、设计、制造和成套能力等方方面面。建设统一的能源市场，其中一个重要目标就是发挥超大规模市场的丰富应用场景和放大创新收益的优势，促进能源领域自主创新成果市场化，形成支撑科技创新和新兴产业发展的体制机制。围绕能源安全供应、清洁能源发展和化石能源清洁高效利用三大方向，着力突破能源装备制造关键技术、材料和零部件等瓶颈，推动全产业链技术创新，实现传统能源技术装备升级换代、新型能源技术装备自主创新、清洁能源技术水平显著提升；发挥科技创新在推进“双碳”工作中的支撑作用，强化绿色低碳技术攻关，加快先进技术推广应用；全面打造数字能源、智慧能源，提高能源市场的信息化水平，牢牢掌握未来能源发展的主动权。

建设法治市场。我国能源资源禀赋和产供需的逆向分布，一定程度上带来了制约全国统一市场建设的显性、隐性壁垒，迫切需要完善能源法律体系，推进能源依法治理。统筹各地经济发展、资源禀赋条件，将法治理念贯穿到能源战略、规划、政策、标准的制定、实施和监督管理全过程，提高政策的统一性、规则的一致性、执行的协同性、标准的科学性，推进市场监管公平统一。特别是针对部分地区、部分领域市场分割和地方保护比较突出，以及商品和服务市场质量体系不健全，市场监管规则、标准和程序不统一等问题，进一步健全统一市场监管规则，落实最严谨标准、最严格监管、最严厉处罚、最严肃问责。加快建立统一的天然气能量计量计价体系，尽快制定相关标准，更好促进天然气市场公平。强化统一市场监管执法，统筹执法资源，减少执法层级，统一执法标准和程序，建立综合监管部门和行业监管部门联动机制。深化“放管服”改革，完善“双随机、一公开”监管、信用监管，加快构建新型能源监管机制，不断完善透明高效的监管体系，全面提升市场监管能力。同时，发挥行业协会商会的作用，建立政企沟通机制，创新监管模式，形成政府监管、平台自律、行业自治、社会监督的综合性、多元化治理体系。

建设民生市场。保障和改善民生是我国能源发展的根本出发点和落脚点。建设统一的能源市场就是要进一步降低制度性交易成本，促进社会流通成本的降低，更好满足人民群众对美好生活的能源需求，为我国实现第二个百年奋斗目标发挥基础保障作用，使能源成为促进共同富裕、实现中国式现代化的重要支撑。但我国能源结构的深度调整自然会带来市场价格的波动，一定程度上将影响人民群众可持续、可承受用能，必须建立与之相适应的调节机制。构建全国统一的能源市场，既要建立市场化的价格形成机制，又要强化能源价格和成本监管，同时探索新型成本分摊机制，更好还原能源的商品属性，提高能源资源配置效率。

以电力为例，我国电价水平总体较低，目前全国工业平均电价和居民平均电价分别为OECD（经合组织）国家平均水平的70%和40%，甚至低于新兴工业化国家的平均水平。可以说，40多年来，我国以明显低于发达国家的电价确保了接近发达国家的供电保障能力、电力普遍服务水平和清洁能源供给能力。随着电气化水平的提升，到2025年，我国电能占终端用能比重将达到30%左右。新能源逐渐成为主体电源，相应带来的系统性成本上升必然会传导到终端用户。根据相关测算，到2025年我国新能源电量渗透率将超过15%，系统

消纳成本将是 2020 年的 2.3 倍。

因此，加强对电价和成本的监管，不仅关乎新型电力系统建设全局，也事关能源大市场的建设。要在坚持市场化原则的同时，在制度安排、政策供应等方面，统筹共同富裕、乡村振兴，实施能源惠民，继续推进天然气基础设施建设和北方地区清洁取暖，保障人民群众可靠、稳定用能，共享能源改革发展成果，增强人民群众的获得感、幸福感、安全感。（卢延国）

欧盟多国“抱团”应对能源危机

北海地区海上风电和天然气资源获关注

中国能源报 2022.6.13

近日，荷兰政府网站发布消息称，荷兰将与德国共同在北海区域内钻探一座新的气田，预计将在 2024 年底出产第一批天然气。这是自去年德国下萨克森州政府表示反对北海天然气开采后，德国政府首次扭转了态度。不仅如此，近期，德国、丹麦、挪威等国还透露了建设海上风电联合电网的计划。欧洲国家正不断“抱团”，以应对愈演愈烈的能源供应危机。

多国合作开发北海

根据荷兰政府发布的消息，此次与德国合作开发的天然气资源位于两国交界区域，两国将共同建设管道，将该气田生产的天然气运送至两国。同时，双方也会铺设海底电缆，连接附近的德国海上风电场，为该气田提供电力。荷兰方面称，已经颁发了该天然气项目的开采许可证，目前，德国政府正加速审批该项目。

据了解，今年 5 月 31 日，荷兰因拒绝以卢布结算天然气款而被俄罗斯方面断供。业界分析认为，荷兰上述举措正是为了应对这一危机。

与此同时，北海地区的海上风电产业也迎来了新机遇。据路透社报道，包括德国、丹麦、比利时等国在内的欧洲国家日前都表示，将推动北海地区海上风电发展，并有意建设跨国境的联合电网。路透社援引丹麦电网公司 Energinet 的话称，该公司已经在与德国和比利时洽谈，将推动北海地区能源岛之间的电网建设。同时，挪威、荷兰、德国也开始规划其他电力输送项目。

比利时电网运营商 Elia 首席执行官 Chris Peeters 表示：“北海地区建设联合电网既可以节约成本，也能解决不同区域内电力生产存在的波动性问题。以海上风电为例，联合电网的应用将帮助运营商更好地调配电力，将北海生产的电力快速及时地输送至附近国家。”

欧洲能源供应危机愈演愈烈

欧洲国家近期之所以频频“抱团”，主要是为了应对持续数月的能源供应紧张和愈加严重的经济通胀。根据欧盟最新发布的统计数据，截至 5 月末，欧元区的通胀率已经达到 8.1%，创下了自 1997 年以来的历史最高水平。其中，欧盟国家的用能成本较去年同期甚至出现了 39.2% 的增幅。

今年5月中旬，欧盟正式提出了以摆脱俄罗斯能源为主要目的的“REPowerEU 能源计划”。根据该计划，欧盟将不断推动能源供应多元化，鼓励节能技术应用，并加快可再生能源装机增长，加速替代化石燃料。到2027年，欧盟将完全摆脱从俄罗斯进口天然气和煤炭，同时将2030年可再生能源在能源结构中的占比目标从此前的40%提高到45%，并加速推进可再生能源投资，到2027年追加至少2100亿欧元投资，保障欧盟国家的能源安全。

今年5月，荷兰、丹麦、德国与比利时也共同宣布了最新的海上风电规划，这四国将在2050年前建成至少1.5亿千瓦海上风电，为目前装机容量的10倍以上，总投资额有望超过1350亿欧元。

能源自给自足挑战巨大

不过，路透社指出，虽然欧洲各国当前正努力加强能源合作，但距离项目实际落地，还面临着融资和监管方面的挑战。

据了解，目前，欧洲国家海上风电场普遍采用点对点的电缆输送电力，如果要建成连接各个海上风电场的联合电网，就需要考虑各个发电端并将电力传输到两个甚至多个电力市场，不论是设计还是建设都更加复杂。

一方面，跨国输电线路建设成本高昂。路透社援引专业人士的话称，要建设一个跨国互联的电网至少需要10年时间，建设成本更是可能超过数十亿美元。另一方面，北海地区涉及到的欧洲国家众多，英国等非欧盟国家也有意加入合作，最终如何监管相关项目建设运营以及如何分配收益，也将是一大难题。

实际上，时至今日，欧洲仅有一条跨国联合电网，该输电线路连接着波罗的海上丹麦和德国的多个海上风电场，并将电力输送至这两国。

除此以外，困扰欧洲可再生能源发展的审批问题也尚未得到解决。虽然欧洲风能行业组织已多次向欧盟建议，如果要达成既定的可再生能源装机目标，欧洲各国政府应大幅降低项目审批所需时间、简化审批流程。但由于欧盟同时也制定了严格的生态多元化保护政策，可再生能源项目发展仍面临诸多限制。（李丽旻）

电池储能投资翻番 风、光、氢投资大增

IEA：今年清洁能源投资将再创新高

中国能源报 2022.6.27

本报讯（记者李丽旻）报道：6月22日，国际能源署（IEA）发布2022年《世界能源投资》报告，创下历史最高能源投资纪录的2021年后，该机构预测认为，今年全球能源领域投资预计将达到2.4万亿美元，同比涨幅预计高达8%，其中清洁能源投资规模预计将超过1.4万亿美元，成为推动全球能源领域投资增长的主力。

IEA数据显示，2021年原油、天然气、煤炭、清洁能源等各大能源细分板块投资规模都出现了上涨，增速最快的是清洁能源和电网领域，自2020年起，清洁能源领域投资规模

同比增速可达 12%。相比之下，石油、天然气、低碳燃料生产等领域的投资额增速相对较慢，尚未恢复至 2019 年新冠肺炎疫情前水平。

2022 年，全球清洁能源领域投资规模预期维持高速增长，可再生能源、电网以及储能领域投资将占据今年电力领域整体投资的 80% 以上。光伏、海上风电、建筑能效提升、电动汽车等领域投资规模预期大增，同时电池技术、低碳制氢技术、碳捕捉与封存利用等新兴技术所获的投资规模也将在今年大幅上升。其中，电池储能领域投资预期同比出现翻番，总投资额预期达到 200 亿美元，有望突破历史纪录。

值得注意的是，2021 年，中国、欧盟、美国是位列全球清洁能源投资总额排名前三的经济体，中国以 3800 亿美元的清洁能源投资额位列第一，远超欧盟的 2600 亿美元和美国的 2150 亿美元。

虽然全球能源投资规模持续向好，但 IEA 也指出，能源供应链成本上涨、各国能源发展不均衡等因素仍制约着全球能源发展，甚至可能危及《巴黎协定》中既定的气候目标。

IEA 提出，目前全球供应链紧张对能源投资带来了不利影响。数据显示，截至目前，全球光伏组件和风电整机平均成本分别较 2020 年上涨了 10% 和 20%，经济通胀也很可能降低企业的投资意愿，对可再生能源市场扩张带来不利影响。

同时，IEA 警告称，目前全球范围内能源投资不均衡，除中国以外的发展中国家清洁能源投资增长情况仍相对滞后，经济复苏所需的资金供给不足，同时政策框架也有所不足。为此，IEA 建议，业界应更加关注这些国家，通过建立国际发展研究所等方式，消解不同区域内的能源发展不均衡问题。

IEA 执行主任 Fatih Birol 表示：“我们无法忽视目前全球面临的能源危机或气候危机，为此，我们应该同时应对这两大挑战。增加清洁能源领域投资是唯一可持续的解决方案，虽然目前投资高速增长，但却不足以保障能源系统安全，无法减轻能源消费者面临的高化石燃料成本压力，更难以达成既定的气候目标。”

在此情况下，IEA 认为，在全球化石燃料价格高企的当下，正是油气生产国资金充裕之时，这些国家应紧抓这一机遇，推动本国经济多元化发展。同时，各国也应加大关键矿产领域的投资，并推动关键矿产来源的多元化，进而降低目前高企的原材料成本，建立更具韧性的清洁能源产业链。

可再生能源称我国电源增量主力

——中电联相关部门负责人解读 1~5 月电力工业统计数据

中国电力报 2022.6.28

近日，国家能源局发布 1~5 月全国电力工业统计数据。对发布的电力相关数据，中国电力企业联合会统计与数据中心副主任蒋德斌进行了分析解读：从电力消费情况来看，1~5 月，全国全社会用电量 33526 亿千瓦时，同比增长 2.5%。从电力生产情况来看，受本土疫

情、电力消费、发电燃料供应等因素的影响，今年4~5月，我国发电量连续2个月同比下降。

数据显示，5月下旬以来，全国多地疫情形势明显好转，在国家出台的一揽子稳经济政策措施作用下，电力消费数据呈现出回升势头。在电力生产方面，全国基建新增发电生产能力5298万千瓦，可再生能源发电基建新增4349万千瓦，成为我国电源增量的主力。

第一产业用电量延续平稳较快增长

“1~5月，第一产业用电量延续平稳较快增长，第二、第三产业累计用电量均保持正增长，但5月份第二、第三产业用电量降幅比4月收窄。”蒋德斌归纳了1~5月我国几大产业用电量情况。

数据显示，1~5月，第一产业用电量408亿千瓦时，同比增长9.8%；第二产业用电量2.25万亿千瓦时，同比增长1.4%；第三产业用电量5586亿千瓦时，同比增长1.6%。

数据还显示，1~5月，第二产业中的四大高载能行业合计用电量同比增长0.3%，消费品制造业用电量同比下降0.4%，高技术及装备制造业合计用电量同比增长1.3%。1~5月，第三产业中，批发和零售业用电量同比增长2.9%；住宿和餐饮业用电量同比下降0.2%；交通运输/仓储和邮政业用电量同比增长0.3%；在电动汽车快速推广和普及带动下，充换电服务业用电量同比增长34.5%。

值得注意的是，5月份，城乡居民生活用电量817亿千瓦时，同比下降2.4%。广东、北京、海南城乡居民生活用电量同比分别下降32.4%、18.5%、17.7%。蒋德斌认为，气温偏凉导致空调降温负荷减少是重要原因。

26个省份用电量保持正增长

数据显示，1~5月，全国除上海、广西、广东、辽宁、天津外，其他省份用电量实现正增长。其中，西藏（19.6%）用电量增速超过10%；安徽（8.6%）、江西（8.6%）、湖北（8.2%）、四川（7.6%）、宁夏（6.9%）、青海（6.8%）、山西（5.8%）、黑龙江（5.5%）、湖南（5.4%）用电量增长在5.0%~10.0%之间。

5月份，全国20个省份用电量实现正增长，其中，西藏、云南、宁夏用电量增速超过10%。上海（-19.6%）、广东（-15.2%）、海南（-13.9%）、广西（-11.3%）、福建（-5.8%）用电量同比下降超过5%。

蒋德斌分析，疫情因素是导致上述省份用电量负增长的重要原因，而广东、海南、广西、福建则叠加了气温偏凉因素以及上年同期高基数的因素。此外，广西还有因房地产等市场下滑导致建材、钢铁等高载能行业用电大幅下降的因素。

全国基建新增发电装机持续增长

数据显示，1~5月，除火电外，其他类型发电量均实现同比正增长，但在4~5月，我国发电量连续2个月同比下降。5月，发电6410亿千瓦时，同比下降3.3%，降幅比上月收窄1.0个百分点，其中，火电同比下降10.9%，降幅比上月收窄0.9个百分点，水电增长

26.7%，增速比上月提高9.3个百分点，核电增长1.3%，增速比上月提高0.4个百分点。蒋德斌分析认为，造成今年4~5月我国发电量连续2个月同比下降的主要原因是本土疫情、电力消费、发电燃料供应等因素。

1~5月，电力行业积极发挥电力投资关键作用，电源投资规模进一步扩大，全国基建新增发电生产能力5298万千瓦，比上年同期多投产1555万千瓦，其中，水、风、光、生物质等可再生能源发电基建新增4349万千瓦，比上年同期多投产1913万千瓦，成为我国电源基建新增的主力。1~5月，全国主要发电企业电源工程完成投资1470亿元，同比增长5.7%。（苏伟）

七部门发文再次强调，促进更多资金投向低碳领域——

绿色金融“点绿成金”

中国能源报 2022.6.27

“大力发展绿色金融，用好碳减排货币政策工具，引导金融机构和社会资本加大对减污降碳的支持力度。扎实推进气候投融资，建设国家气候投融资项目库，开展气候投融资试点。”生态环境部、国家发改委等七部门近日印发《减污降碳协同增效实施方案》，再次强调要促进更多资金投向低碳领域。

记者从生态环境部获悉，气候投融资试点目前已基本完成评审工作，启动运行在即。鼓励各类金融机构创新气候友好型的绿色金融产品和服务，通过资本市场进行融资和再融资，以市场化方式推动小微企业、社会公众参与。如何以金融力量撬动更多低碳流量？什么样的项目更受资本青睐？

带动上下游万亿元市场投资

与碳相关的金融工具，2020年以后才在我国大规模推行，时间虽不长但发展迅速。“以前气候投融资像群演中的一员，现在却站到了舞台中央。”有人这样比喻。记者近期参加多场研讨会时注意到，“高质量发展的绿色金融”以及金融机构的投资内容和方式备受关注。其中，作为降碳主战场的能源领域，正吸引越来越多的人跨界关注、深度研究。

“高比例风光接入新型电力系统，催生能源科技与商业示范持续突破。新技术、新模式、新发展需要资本市场提供精准产品与高效服务，进一步激发科技创新与投资热情。”在近日举行的长城证券第二届绿色低碳能源论坛上，长城证券股份有限公司董事长张巍直言，金融机构作为推动技术和资本要素融合的关键环节，在能源转型过程中，发挥着要素配置、引导投资与产业发展深度融合的关键作用。“‘十四五’到‘十五五’期间，能源转型蕴含巨大投资需求，将带动上下游产业与科技创新投入达到万亿元级规模。”

上述观点得到平安银行战略发展部董事总经理卢乐书的佐证——平安银行快速响应大中型企业的绿色发展需求，将节能环保、清洁能源等6个方向作为主攻内容，并进一步聚焦风光水核等15个细分行业。“我们的绿色信贷业务增长飞快，到今年3月末，较2021年年初

增长了289%。”

再如，中国工商银行于6月15日宣布，成功发行境内首单碳中和绿色金融债券100亿元，募集资金主要投向具有显著碳减排效果的绿色产业项目，储备项目包括风力发电等清洁能源类型，预计每年可减少二氧化碳排放约350万吨。

金融机构升级产品和服务

新需求催生新改变。记者了解到，不少金融机构已围绕“双碳”目标作出响应，升级新产品、提升新功能。“我们致力于建设以电力能源为特色的一流证券公司，积极探索科技创新与金融服务相结合的产业升级之路，为能源领域产融结合新模式、新方法、新途径提供方案。”张巍表示。

卢乐书举例，平安银行推出的“清洁能源电站确权贷”，专门面向清洁能源发电企业，按照相关部门公布的补贴清单，基于已确权但未发放的补贴提供融资，可帮助企业缓解补贴滞后带来的资金压力。“新能源电站前融项目贷款”则针对地方大型国企、行业龙头企业及下属公司等，在电站建设前期为优质企业合理采购需求提供融资服务。“一般项目贷款合规性文件有20多项，但前融合规性文件简化至不到10项。”

“除了银行贷款、融资租赁等传统方式，资产证券化、第三方融资、基金和股权投资、绿色债券等，均是值得关注的创新融资模式。比如，光伏电站的资产证券化就是优选路径之一，尤其是集中式光伏发电产权、收益明确，涉及金额一般比较大，有助于覆盖证券化成本。”北京大学国家发展研究院教授唐方方表示。

不过，新尝试也伴随着新挑战。唐方方称，绿色债券市场具有丰富的资金储备，合理利用将极大促进新能源产业的资金融入，但其审批流程繁杂，申报时间较长，标准化流程有待研究完善。再如，私募行业也在加大关注绿色投资，但目前，私募、风投对绿色技术的认知和经验有限，基金存续期较短，投资相对不足。“建议提高自身专业性，将绿色理念真正纳入投资决策全流程。”

让投资商“看得懂愿意投”

要想争取更多金融支持，能源领域自身也需要转变。

“提高企业碳足迹和气候风险披露的透明度是马上可以做的事情，包括企业怎么经营、能源使用与气候风险的关联性、自身碳排放水平等。想得到投资者、监管机构的认可，还要抓紧时间确立公司转型计划并采取具体举措，付诸行动。”北京大学光华管理学院院长刘俏表示，这不仅是对高碳企业的要求，越早将企业自己纳入降碳进程、越能占据主动。

唐方方坦言，我国风光等资源与能源消费需求往往呈逆向分布，无形中抬高了违约几率。新能源设备专业化程度高、回收处理价值低，导致违约后可回收比例低。基于上述特征，大型国企新能源项目融资较有优势，而中小型新能源企业相对困难，面临贷款担保条件苛刻的问题，通常要求提供实物作为抵押。

深圳易度新能源总经理宋燕华认为，考虑到风电、光伏发电等项目的天然间歇性、波动

性，让项目现金流变得更加平稳、可预期，使之成为看得懂、愿意投资的标的很关键。“现有的银行贷款方案，并没有真正与项目经营状况相结合。”

宋燕华建议，除了新项目，还可关注存量项目“老树开花”。以风电项目为例，到今年年底将分别约有45%、14%的风电装机超出5年和10年质保期，部分到了退役期，技改需求迫切。“其中相当一部分是‘孤儿’风机，厂家没了但设备还在。目前，新能源项目投资主要集中在建设期，存量项目翻新可视为能源企业和金融机构之间新的契合点，由金融机构、设备厂家、业主方共同创造新的融资模式。”（朱妍）

中宣部就新时代乡村振兴有关情况举行发布会

我国农业绿色发展取得明显成效

中国环境报 2022.6.28

本报见习记者邹祖铭6月27日报道 中共中央宣传部今日就新时代乡村振兴有关情况举行“中国这十年”系列主题新闻发布会。

发布会上，当有记者问到各地各部门在推进农业绿色发展上采取的措施和取得的成效时，农业农村部有关负责人表示，一是农业资源得到有效保护。通过加强生物多样性保护，建成全球单体量最大、保存能力最强的国家农作物种质资源库，建设了一批国家畜禽遗传资源保护场、水产种质资源保护区。二是农业面源污染得到有效遏制。通过实施果菜茶有机肥替代化肥，集成推广农药减量增效模式，化肥农药使用量连续多年负增长。通过对养殖大县全部开展整县推进粪污综合利用，大型规模养殖场全部配套粪污处理设施装备，全国畜禽粪污综合利用率达到76%。通过推进秸秆肥料化、饲料化、能源化利用，综合利用率达到87%以上。同时，农膜回收利用率超过80%。三是农业生态系统得到有效修复。通过优化农田林网布局建设，推广稻渔种养生态模式，增强生态系统稳定性。通过开展大规模国土绿化行动，全面实施禁牧、休牧和草畜平衡制度，森林覆盖率超过23%，草原综合植被盖度达到58%。四是绿色低碳产业链条加快构建。全产业链拓展农业绿色发展空间，推动形成节约适度、绿色低碳的生产方式。

发布会上，国家乡村振兴局有关负责人介绍了近年来农村人居环境改善的举措和成效。他表示，一是农村人居环境整治工作全面推开，三年行动目标任务如期完成。2018年以来，累计改造农村户厕4000多万户，全国范围内农村生活垃圾进行收运处理的自然村比例稳定保持在90%以上，农村生活污水治理率达28%左右。二是农村脏乱差面貌明显改观，村庄环境基本实现干净整洁有序。全国95%以上的村庄开展了清洁行动，各地区立足实际打造了5万多个美丽宜居典型示范村庄。三是农民文明生活观念显著提升，生活质量普遍提高。农民屋内屋外更加干净、院里院外更加美丽，农民生活习惯更加清洁卫生，生活方式更为绿色环保。

欧洲各国打响能源安全保卫战

中国电力报 2022.6.29

当前世界局势面临的不确定性风险上升，地缘冲突扰动能源市场，加剧供给波动，并推高了各类能源价格，各国重视经济安全和能源自主的程度也随之上升。为了彻底化解地缘局势突变带来的能源安全风险，欧洲下定决心要与俄罗斯“能源脱钩”。为此，欧洲国家或重启最近退役的燃煤电厂，或推进核电建设，或加强储运能力、扩大进口来源，或从地缘政治的高度审视其能源转型进程，加快可再生能源的发展步伐。这些政策组合在保障欧洲能源安全的同时，或将对整个世界的能源发展带来深远影响。

发挥煤电保障作用

一直以来，欧洲都站在全球应对气候变化的前端。为了落实减排目标，欧洲各国政府陆续公布了淘汰煤炭的时间表。然而，在煤电厂逐步关停直至全部退出的整个过程中，如何保证电力可靠供应是电力系统必须面对的挑战。2021年，一系列气候异常及自然灾害使全球能源需求快速增长，间歇性能源的不稳定性充分显现，供需两端的不平衡性进一步加剧。随着国际油气价格攀升，尤其在欧洲天然气价格暴涨后，欧洲各国能源需求向更为经济和安全的煤炭靠拢。

进入2022年，随着俄乌局势演变，欧美国家对俄制裁以及俄罗斯反制裁不断升级，特别是波兰、保加利亚、芬兰等国因拒绝卢布支付而遭俄方“断气”后，欧洲国家认为自身能源安全受到严重威胁，其能源政策逐步由“气候安全”向“能源安全”转变。据彭博社报道，德国副总理兼经济部长哈贝克将发布一项紧急法令，允许政府在天然气短缺的情况下恢复燃煤和燃油发电。在此之前，希腊表示，计划将淘汰煤电的时间推迟至2028年，并在目前基础上增加50%的褐煤产量。意大利表示将提高煤炭发电产能利用率，如果发生“能源绝对短缺”，国内两家现役火电厂将满负荷运转。英国也采取了类似措施，计划延长原定在今年9月关停的一座燃煤电厂的服役年限。

从能源安全与经济替代性角度来看，煤炭是欧洲解决当下能源供应危机的重要依靠与抓手。欧盟委员会也表示，现有煤炭设施的使用时间可能要比最初预期的更长。国际能源署表示，尽管多国都做出了减煤或退煤的承诺，但煤炭的命运最终还是要取决于各国履行相关承诺的速度和效率。

推动油气供应多元化

多年以来，俄乌能源相互依赖都是无法回避的现实。4月，欧盟27个成员国一致同意对俄罗斯煤炭实施禁运，但5月推出石油禁运提案时，却遭到联盟内部反对，直至5月底才有条件地达成一致，而天然气禁运则更是难上加难。

相比石油，天然气在欧洲能源市场受到的地缘影响更大，更具有博弈性。目前，欧盟国家争先恐后寻找新的气源，其政策手段主要有以下几种：

加大本土油气开发。4月至今，多个欧洲国家调整政策，提高国内油气产量，这可能会促使更多的海上油气项目得到批复。但整体而言，欧洲本地产量潜在增量与地区庞大的需求量相比，非常有限。

加大采购力度。在国家层面，各国积极对接天然气资源国；在欧盟层面，欧盟能源平台工作组成立后，被授权以集采方式购买管道天然气、LNG 等资源。但就现实情况来看，在全球范围内寻找可替代俄罗斯天然气的 LNG 资源并不容易，美国、卡塔尔和澳大利亚等资源国目前产能趋近饱和，短时间内无法弥补如此大的缺口。

加大储运能力建设。目前欧洲跨境天然气管道输送能力基本接近峰值，LNG 接收站几乎满负荷运行。也就是说，即使有足够的资源可替代俄罗斯的供应，欧洲有限的接收和输送设施，可能成为其谋求能源安全的关键短板。

加快配套基础设施建设。欧洲国家近期大规模集中采购天然气的同时，还不断加快配套基础设施的审批、建设，包括 LNG 接收站、相关天然气管道等。这在一定程度上，有助于提升欧洲能源基础设施及其相互之间的连通水平。但同时也有观点指出，大量进口 LNG 和建设相关基础设施，签订长期购气合同，只会增加欧洲的用能成本和对化石燃料的依赖，无益于能源独立和能源转型，更无益于经济可持续发展。

重新审视核电发展

2011 年日本福岛核电站事故后，欧盟核电发展被踩下刹车，直至 2019 年欧盟推出《欧洲绿色协议》，核电行业始终未改变被边缘化的命运。2022 年 2 月，欧盟重新评估绿色投资战略，为核电和天然气重新贴上“绿色标签”，并愿意通过法律手段为这两种能源的未来投资铺平道路。

随后俄乌冲突升级，欧洲多国谋求能源独立，掀起了一股寻找俄罗斯石油和天然气替代资源的热潮。核电不仅能够降低用能成本和能源领域碳排放，还能降低一国能源的对外依存度，越来越多的国家意识到发展核电有助于补齐能源系统缺口，核电又一次成为欧洲多国能源安全战略中的重要选项。

通过梳理近期欧洲各国的核电政策可以看出，英国、法国、比利时、荷兰、波兰、捷克、斯洛伐克、匈牙利等国已经开始积极调整核电政策，这些国家或延长现有核反应堆的使用时间，或更早地建设新反应堆。他们认为，发展核能应该成为确保能源安全、实现能源结构多样化的解决方案之一。

但是，客观来讲，由于核电站的安全隐患饱受诟病，且核废料的处理仍属世界性难题，再加上核电项目自身建设周期长、审批复杂、建造技术难度大的特点，发展核电意味着巨大的研发、投建和维护成本，因此各国目前已公布的核电规划最终能否落地，还有待进一步观察。

押注可再生能源

2021 年以来蔓延欧洲的能源危机和此次的俄乌冲突，让欧洲各国充分感受到了传统油

气资源被“卡脖子”的威胁。尤其是此次俄乌冲突以及地缘政治风险带来的影响，更加坚定各国发展清洁能源、加快绿色转型的决心。从资源禀赋与能源对外依存度角度看，坚定发展可再生能源，积极布局氢能等新兴产业，或许是未来欧洲在能源问题上不再受制于人的关键措施。

3月8日，欧盟委员会提出《欧洲廉价、安全、可持续能源联合行动》（REPowerEU），力求从天然气开始，在2030年前摆脱对俄罗斯的能源依赖。5月18日，欧盟委员会正式发布REPowerEU的详细方案。根据方案，欧盟将通过节约能源、多元化能源供应、加速可再生能源发展以及投资和改革等方式尽快摆脱对俄化石燃料的依赖。方案还提出将欧盟2030年能效目标从之前设定的9%提高到13%，将可再生能源在能源消费中的占比目标从之前设定的40%提高到45%，相关资金将动用欧盟恢复基金和通过欧盟碳排放交易体系来筹措，用于支持可再生能源发展，提高能效以及进口LNG等。

除了欧盟层面推出的REPowerEU计划外，欧洲多国陆续加大可再生能源部署。如德国政府提出，将实现100%可再生能源供应、放弃化石能源的目标提前至2035年；英国政府推出的新版能源安全战略中提出，力争到2030年该国95%的电力来自低碳能源；法国推出大规模可再生能源新项目；荷兰将2030年海上风电装机目标翻番等。

需要指出的是，能源转型是长久之计，考虑到对俄实施一系列制裁后可能会面临的能源短缺问题，以及能源转型过程中可能会面临的资金、技术等问题，预计欧洲将会经历一段非常艰难的转型期。（杨永明）

二、热能、储能、动力工程

新型铝基复合负极材料让电池抗冻又耐热

科技日报 2022.6.8

近日，记者从中国科学院深圳先进技术研究院获悉，该院唐永炳研究员团队研发了一种新型铝基复合负极材料，让锂电池受得了炎热气候，扛得住冰天雪地，充电迅速，成本降低。目前该成果已在规模化量产中得到使用。

受电池关键材料的限制，目前锂离子电池的一大局限是，在零度以下的低温条件下无法充电，而在50℃以上的高温条件下，安全性又不能保障。我国幅员辽阔，气温随地域和季节变化大，北方地区冬季温度可以低至-40℃以下，而南方地区夏季地表温度高达50℃以上，冬季电动车无法启动、智能手机自动关机，夏季电动车自燃等情况时有发生。

目前，电池的正极材料相关技术已接近“天花板”，要提升性能，负极材料尚有发展空间。为此，团队历时多年，研发了一种新型铝基复合负极材料，通过与商用锂离子电池正极材料匹配，针对不同应用场景，成功开发出了新型锰酸锂、磷酸铁锂和三元电池等产品。运用该材料的新型锂离子电池，最低工作温度可以达到-70℃，最高工作温度高达80℃，而

且低温与高温性能可以同时兼顾。

在安全性能方面，常规锂电池随着不断使用，内部会产生锂枝晶，既影响充电能力，还可能刺穿隔膜，带来电池短路等隐患。而团队开发的新型铝基复合负极材料，在低温和过充条件下能有效缓解锂枝晶的产生，提高了电池安全性。

在续航性能上，得益于铝基复合负极材料较高的理论容量，该电池能量密度较传统锂离子电池提升了13%—25%，能做到长续航。此外，由于铝基复合负极材料优异的导电性能，产品还表现出不俗的快充性能，20分钟即可充满电。

在成本方面，基于铝基复合负极材料的性能优势，并结合研发团队开发的高性能电解液，低温电池产品可以摆脱对昂贵的纳米级正极材料的依赖。因为现在的低温电池正极需要纳米级的材料，成本比较高。而研发团队研制的铝基复合负极材料，让正极材料不必必须是纳米级的材料，在降低材料成本方面，电池成本可以降低10%—30%。

“有些场景需要电池在-40℃也能正常充放电，而有些场景则对电池在长循环方面提出了更高要求。结合实际情况，我们对产品不断做出调整。”该团队表示，相关产品可以应用于光伏储能、家庭储能、通讯基站储能、轨道交通、国防建设、航天航空、极地科考等领域，尤其适用于高寒地区及亚热带地区，显著扩大了电池的应用范围。

目前，该项目正在进行增资扩股洽谈，将进一步建成新型电池规模化生产线，快速推动新型电池产品在多个领域的应用。（刁雯蕙 刘传书）

液冷技术有望为数据中心节能降耗

人民日报 2022.6.8

“无论从政策角度、市场需求还是技术成熟度看，均标志着数据中心进入‘液冷时代’。”在前不久举行的2022数据中心液冷技术研讨会上，中国电子节能技术协会秘书长吕天文等与会专家建议，应大力推广先进液冷技术，建设绿色数据中心。

当前，随着数据中心的高速发展，能耗快速增长成为数据中心产业发展中不容忽视的问题。“东数西算”工程的全面启动和“双碳”目标的提出，则成为数据中心节能降耗的强劲驱动力。

专家指出，传统的风冷已无法满足数据中心散热的及时性要求。数据中心的计算能力由芯片决定，但是随着整个服务器主流芯片的功耗不断增长，如果继续采用风冷技术，将难以继。“传统的风冷方式已经受到了很大的限制，液冷作为新一代数据中心的制冷方式呼之欲出。”曙光数创副总裁姚勇认为。

液冷技术是指使用液体取代空气作为冷媒，与发热部件进行热交换，带走热量的技术。该技术在上世纪80年代崭露头角，90年代出现一些通信设备的液冷基站。随着21世纪初云计算时代的到来，数据中心需要更高功率、更大规模部署，液冷概念被正式提出，相关技术逐步成熟。目前，许多大型IT企业加强了数据中心液冷市场的产品开发力度。

吕天文认为，液冷技术的兴起为数据中心节能降耗带来了无限可能。他说：“液冷技术不仅能够满足数据中心高密度、低能耗的发展需求，还将驱动数据中心内的各种配置和部件进行创新，带来一场持续性的优化改革。”

根据液体冷媒和发热源的接触方式，液冷技术可分为冷板式（间接接触）、喷淋式（直接接触）、浸没式（直接接触）。相比之下，浸没式液冷能够更好地满足节能降耗需求。

与会专家介绍，国内相关企业不仅形成了完整的贴合数据中心需求的液冷方案，更结合不同的制冷原理研发出了节能减碳效果更好的方案。其中，曙光在 2011 年开始相关技术研究，而后实现冷板液冷服务器大规模商业化应用。2013 年，曙光推出浸没相变液冷技术，统计数据显示，浸没相变液冷极大提高了系统的换热效率，PUE（数据中心消耗的所有能源与 IT 负载使用的能源之比）最低可降至 1.04，相比传统风冷数据中心能效比提升 30%。据介绍，这项技术已应用于全国 20 多个城市，覆盖科研、金融、教育、医疗、人工智能等多个行业。

“产业绿色化、集约化发展已成为必然趋势，浸没液冷技术基于多项技术优势与发展潜力，将迎来快速发展的机遇期。”吕天文认为，该技术将带动数据中心节能技术研发与应用不断革新，为信息产业的绿色发展拓展更广阔的空间。（刘明 赵永新）

欧洲最大动力电池回收工厂启动

加强废旧电池回收能力，为制定强制性回收法规出台铺平道路

中国能源报 2022.6.6

业界普遍认为，鉴于欧洲动力电池回收能力和规模相对落后，Hydrovolt 工厂的开业堪称该地区动力电池回收再利用的里程碑，不仅将为欧洲电气化发展奠定基石，同时也为更严格的电池回收法规的制定和出台铺平道路。

近日，瑞典电池制造商北伏和挪威最大铝业公司海德鲁合资创办的欧洲最大动力电池回收工厂 Hydrovolt 在挪威正式启动，将率先在挪威本土推进电动汽车电池商业回收业务，接下来会为德国、法国的汽车制造商提供服务，年内将把动力电池回收业务扩张至整个欧洲。

欧洲废旧动力电池加速“重获新生”

据了解，Hydrovolt 工厂将 100% 使用可再生能源，并采用规模化的自动工艺，用于破碎和分选电池，每年能够处理约 1.2 万吨电池组，约 2.5 万块电动汽车电池。

《金融时报》指出，Hydrovolt 工厂目前的业务规模足够处理挪威所有从市场上退役或即将报废的电动汽车电池。

据了解，Hydrovolt 工厂通过一种可持续的解决方案让这些废旧电池“重获新生”，整个过程可以从电池中回收多达 95% 的材料，其中包括再生金属以及一种含有镍、锰、钴和锂的黑色化合物，该化合物可用于生产电池。

海德鲁公司表示，将利用 Hydrovolt 工厂的再生金属生产商业级铝制品。北伏公司也透

露，计划到 2030 年利用 Hydrovolt 工厂 50% 的黑色化合物生产电池，以降低对进口矿产金属的依赖。

Hydrovolt 工厂预计，到 2025 年，每年回收动力电池的数量将达到 15 万块，到 2030 年将达到 50 万块。Hydrovolt 工厂目前正在德国和法国等地寻找合适的新厂址。

“在挪威建造太大（电池回收）的工厂没有意义，这是一个早期市场，规模还不够大，我们希望在更大销量的电动汽车市场寻求电池回收业务。”北伏公司首席环境官 Emma Nehrenheim 表示，“随着电动汽车市场不断增长，电池回收再利用前景将十分可观。”

电池回收是电气化的基石

Hydrovolt 工厂的电池回收业务扩张至整个欧洲势在必行，未来还可能加工除汽车电池以外的其它类型的电池，包括来自欧洲各地的海运领域的电池。海德鲁公司能源业务负责人 Arvid Moss 表示：“我们将在年内确定是否将业务遍布至整个欧洲。对我们来说，建立对电池回收的信任很重要，废旧电池不应该随意‘流浪’。”

事实上，北伏公司最初只打算专注于欧洲市场，但现下已经开始考虑将电池回收业务拓展到美国。“我们希望首先在欧洲实现工业化，之后再拓展到其他国家和地区。”Emma Nehrenheim 表示。

海德鲁公司表示，电池在全球低碳经济过渡中发挥着关键作用，通过扩大废旧电池回收规模，可以为欧洲电池市场的可持续发展和供应链循环奠定基础。

据了解，Hydrovolt 工厂获得了德国宝马、德国大众、瑞典沃尔沃等多家汽车企业价值超过 500 亿美元的合同，旨在为庞大的电池回收计划提供财务支撑。

随着监管机构要求汽车制造商在车辆使用寿命结束时安全地处理电池，电池回收需求预计将大幅增加，Hydrovolt 工厂面临的竞争也会愈加激烈。Hydrovolt 工厂对此表示，作为电池回收领域的最大参与者之一，将努力搭建与汽车制造商、保险公司和监管机构的关系。

欧盟立法强化回收原料使用比例

虽然电动汽车可以在很大程度上缓解污染，但是为车辆提供动力的锂电池的生产却非常消耗能源，加上采购电池金属往往是一个难度大、成本高且影响环境的工作。基于此，对电池进行回收和再利用就显得非常重要。

目前，欧盟正在通过立法强制回收电池，在今年 1 月 1 日实施的新电池法规中，欧盟要求电池生产商和汽车制造商公布电池的碳足迹信息。同时，欧盟在法规中新增了对回收原料的比例要求，即到 2030 年回收钴使用比例至少达到 12%、回收锂和回收镍则都达到 4%，到 2035 年回收钴、回收锂和回收镍的使用比例将进一步达到 20%、10% 和 12%。

值得关注的是，一个由欧洲 11 家汽车制造商和电池生产商组成的协会将携手开发“电池护照”，以追踪欧洲地区电池流动情况，包括电池含量、使用情况、碳足迹等，协会成员包括汽车制造商宝马、化工巨头巴斯夫、材料科技公司优美科等。

路透社指出，上述协会获得了 820 万欧元的资金，根据规划，“电池护照”自带二维

码，可以连接到在线数据库，电动汽车车主、企业或监管机构均可以在该数据库中获取电池成分信息和相关碳足迹情况。欧盟可能会利用“电池护照”进一步加强废旧电池的监管，同时扩大回收材料的再利用。（王林）

石墨烯纳米网膜 可进行高效水油分离

科技日报 2022.6.8

科技日报讯（记者王祝华 实习生曲怡臻）记者近日从海南大学获悉，该校刘亚楠教授与英国伦敦大学教授马克·奥利维尔·科彭斯教授合作，为制造用于油/水分离的高性能膜研究提供了新的见解。

在应对淡水资源严重短缺、含油废水污染环境的挑战中，与传统的水处理技术相比，膜技术具有很多优势，包括高选择性分离、低能耗、设备简单、低空间需求等。

据了解，刘亚楠教授等人通过真空辅助自组装工艺制备了一种石墨烯纳米网膜，并在网膜上合成了纳米孔以减少传质通道的长度，结合石墨烯纳米片和水分子之间的低摩擦，实现了石墨烯纳米网膜高渗透性，并利用具有亲水性羟基和氨基的壳聚糖，用于修饰网膜以增加其亲水性并诱导膜表面形成水化层。该网膜在水下具有高亲水性、超疏油性和低油黏附性。

据悉，该石墨烯纳米网膜的渗透通量约为氧化石墨烯膜渗透通量的260倍。该膜在分离多种表面活性剂稳定的水包油乳液方面表现出优异的防污性能，多种乳液的水通量恢复率均超过96.7%，循环3次后仍保持在95.2%以上。

相关成果发表在国际学术期刊《先进功能材料》上。

独立储能电站迎来重大利好

——《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》解读

中国电力报 2022.6.8

6月7日，国家发展改革委和国家能源局联合发布《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》（以下简称《通知》），从12个方面对新型储能参与电力市场与调度运营做出规定。《通知》解决了哪些行业聚焦的重点问题？又有哪些亮点？记者采访了相关专家进行深入解读。

明确身份、电价、交易及调度机制，破解独立储能“入市”难题

“这份文件是目前新型储能参与市场和调度运行最为重要的文件。”中关村储能产业技术联盟副秘书长李臻表示，其对新型储能在参与市场中关于身份、电价、交易机制、调度运营机制等诸多关键问题予以明确，将对“十四五”时期我国新型储能发展产生深远影响。

《通知》坚定地明确了新型储能以市场化发展为主的根本原则，同时首次对独立储能进行官方定义。李臻分析，相比发电侧与新能源、火电厂联合运行的储能项目以及用户侧储能

项目，独立储能技术上、形式上天然具备作为独立主体参与市场的条件。从功能作用上，独立储能能够更高效地为系统提供灵活性调节能力以及为电网运行提供安全保障支撑；从获取收益上，独立储能具备通过参与多个市场不同品种之间的交易，获得多重收益的能力。因此，“《通知》对独立储能的身份进行明确定义是推进新型储能参与市场运行的重要基础。”

《通知》提出，加快推动独立储能参与中长期市场和现货市场，发挥移峰填谷和顶峰发电作用。向电网送电的独立储能电站，其相应充电电量不承担输配电价和政府性基金及附加。

“这一条政策实实在在地解决了独立储能参与市场最关键的难题。”李臻表示，一直以来新型储能由于其具有双向调节作用，而无法明确其参与市场的身份，各省在出台独立储能相关政策时，对储能的充放电电价或者避而不谈，或者以“充放互抵，损耗自担”的方式鼓励储能建设，但是政策不具备长期性和稳定性。

李臻解释，独立储能在其充放电过程中发挥了移峰填谷和顶峰发电作用，若充电时按照用户收取电费，放电时按照发电给予电价，则将面临重复收取输配电价和政府性基金及附加的问题。以锂离子电池为例，充放一千瓦时电还将有 10% ~ 20% 的损耗，独立储能参与电能量市场将难以获利。“以山东市场为例，若充电电量不承担输配电价和政府性基金及附加，将可以减少约 0.2 元的电价成本，对独立储能电站参与市场交易是重大利好！”

与所配建电源视为整体，协同发展获共赢

《通知》鼓励配建新型储能与所属电源联合参与电力市场，加快推动独立储能参与电力市场配合电网调峰。“‘鼓励’和‘加快’的口吻，使电网与储能企业更加充分认识到协同发展的意义与价值。”中国化学与物理电源行业协会储能应用分会秘书长刘勇表示。

2019 年至今，全国共有 22 个省市出台了可再生能源配置储能政策，目前全国各省新型储能规划项目已达 42 吉瓦。李臻认为，各省积极推动可再生能源配置储能政策的背后，是可再生能源渗透率的快速提升。在此背景下，电网的系统调节压力持续增大，对灵活性资源的需求不断增加，需要建设新的调节资源以缓解压力。

李臻披露，强配储能政策在催生新型储能快速发展的同时，与之相伴的还有大量新型储能由于缺少合理规划、合理调用而处于闲置状态，并一度出现“劣币驱逐良币”的现象。而其背后的核心问题是可再生能源配置储能无法参与市场，缺少合理的成本疏导渠道，储能的作用和价值难以发挥。

《通知》提出，以配建形式存在的新型储能项目，在完成站内计量、控制等相关系统改造并符合相关技术要求情况下，鼓励其与所配建的其他类型电源联合并视为一个整体，按照现有相关规则参与电力市场。“随着各地电力市场建设的推进，为新能源场站配建的储能设施，将能够提升新能源场站的涉网性能，并可以联合参与现货市场、辅助服务市场、中长期市场，提高新能源场站的电量收益，并为新能源场站提供容量价值，以获得更高的电价收益。”

多策并用完善执行力度，储能有望更好发挥调节能力

刘勇表示，《通知》有3个亮点，着实为发挥新型储能价值完善了执行力度：一是明确建立科学合理的调度机制，提升储能利用水平，有利于解决目前已建储能项目运行利用率低的问题。二是鼓励为用户侧储能发展创造空间，势必带动用户投资的积极性和户用储能系统的市场增量，让用户侧有收益渠道。三是鼓励电网侧通过容量电价机制配储，可将储能设施成本收益纳入输配电价回收，从而消除电网侧配储的顾虑。

从《关于加快推动新型储能发展的指导意见》，到《新型储能项目管理规范（暂行）》，再到《“十四五”新型储能发展实施方案》，新型储能已具备良好的政策环境，为其快速发展提供了支持。《并网调度协议》《新能源场站并网调度协议》《购售电合同》《电化学储能电站并网调度协议》及《通知》的发布，则逐步推动了新型储能市场机制的建立和完善。刘勇表示，新型储能有望在公平的调度机制和合理的价格机制激励下更好地发挥其灵活、柔性、智能的调节能力，不断突破创新，尽早成为与风电、光伏并驾齐驱的大规模产业化生力军。

刘勇坦言，当下新型储能产业链面临着电芯、材料、芯片、物流等导致的成本上涨问题。“在这波短期涨价潮面前，我们必须站在整个产业乃至国家的全局高度，保持战略定力，坚持创新投入，加强上下游产业链资源整合，并采取有针对性的创新举措来打造和夯实供应链价值与体系，提升未来新型储能产业乃至国家的核心竞争力。”（莫非）

中国电动船舶用锂离子电池市场规模超2亿元

中国能源报 2022.6.6

本报讯（实习记者姚美娇）报道：近日，研究机构EVTank、伊维经济研究院联合中国电池产业研究院共同发布了《中国电动船舶行业发展白皮书（2022年）》（下称《白皮书》），《白皮书》指出，随着船舶对环保要求的逐步提升，电动船舶的产量快速增长，2021年全球电动船舶的产量已经超过100艘，带动电动船舶用锂离子电池出货量达到173.2兆瓦时，同比增长129.1%。

从电动船舶用锂离子电池市场规模来看，2021年中国电动船舶用锂离子电池市场规模达到2.17亿元，同比增长73.4%。EVTank指出，相对于挪威、法国、美国和丹麦等国家，中国的电动船舶尚处于发展初期。

EVTank指出，船舶行业的电动化空间巨大。EVTank预计在原有船舶电动化改造以及新造电动船舶的带动下，中国电动船舶的市场规模在2026年将达到367.5亿元，进而带动锂离子电池的需求量在2026年达到11.2吉瓦时。未来岸电建设中增加储能一体化设施，将极大带动锂离子电池的需求，届时船舶电动化领域对锂电池的需求将超预期。

船舶用电池对其安全性能、倍率性能、长寿命、电池包防护等级等提出了更高的要求，尤其是要针对船舶30年寿命周期配备长循环电池系统，所有的电池企业需要通过中国船级

社的验证。《白皮书》显示，包括电池单体、电池模组、电池系统和 BMS 在内的通过认证的企业，目前已经超过 30 家。从 EVTank 的统计数据来看，在电动船舶用锂离子电池领域，亿纬锂能和宁德时代依然保持了市场份额领先的趋势，两家合计市场份额超过 70%，且基本以磷酸铁锂电池为主。

《白皮书》还对燃料电池电动船舶做了分析。在电动船舶领域，氢燃料电池是未来船舶电动化中被看好的动力源之一，由于船舶用电池对其安全性能、倍率性能、长寿命、电池包防护等级等提出了更高的要求，因此对于新能源电池的安全性能检测尤为重要。

伊维经济研究院研究部总经理吴辉指出，锂离子电池并不是唯一的船用电池，包括燃料电池、超级电容器等均会单独或者混合使用在未来的电动船舶中，逐步替代柴油成为船用能源。此外，电动船舶的发展还存在标准体系不统一、商业模式不清晰、港口岸电建设落后等情况。

《白皮书》显示，2021 年以来，中国已经有多个燃料电池电动船舶项目落地，并且多个地方的氢能规划中重点提出开展氢能船舶应用示范和推广。

多国推动发展绿色建筑

人民日报 2022.6.13

核心阅读

绿色建筑有利于节约资源、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用、高效的使用空间。多国通过制定政策标准、鼓励技术创新，推动发展绿色建筑。

联合国环境署的一份报告显示，建筑及施工占全球能源消耗的 35%，占二氧化碳排放量的 38%，建筑业已成为主要的碳排放来源。对此，一些国家正不断探索绿色建筑开发模式，完善绿色建筑评价体系。

法国——推动绿色建筑评价体系标准化

在法国西北部城市雷恩，一座木质外观的大型办公楼已进入建造后期。总面积超过 7000 平方米的大楼内不仅有宽阔明亮的办公室，大楼平台及外部更是保留了一大片绿化空间。天然环保建筑材料的使用、创新性的建造工艺、内部低能耗温控设备以及室外纯天然的工作环境，不仅大大降低了建筑的碳排放，更为用户提供了健康的环境。该办公楼因此被视为当地绿色建筑的典范。

法国生态转型和团结部提供的最新数据显示，法国建筑能耗占能源总消耗的 44%，超过工业和交通，是第一耗能大户。建筑的温室气体排放量约占全国温室气体排放总量的 25%。法国政府积极推动绿色建筑评价体系标准化，出台不少能耗法规。

以行业标准化为例，法国高质量环境协会很早就推出了评估绿色建筑环保性能的绿色建筑认证体系 HQE（高品质环境评价体系），对建筑与环境的和谐性，建筑材料、用水等室外环境，以及热水、噪声、空气质量等室内环境进行评价。这一标准体系将建筑分为“高性

能”“性能良好”“基本满足”三类，对应不同的房产价值，且在租售房屋时必须出具该建筑能耗评价。

法国还通过制定多项法规，在建筑设计、舒适度和能耗方面提出了高性能要求。2015年，法国议会通过法案，规定商业区的新建筑物，必须由植物或太阳能电池板组成的绿色屋顶覆盖。以巴黎为例，截至2019年，巴黎已经拥有超过100公顷的“绿色屋顶”。进入2022年，法国开始实施新的环境法规，强化了建筑公司的义务，要求其继续提高建筑物的能源性能和舒适度。

法国计划在未来10年内将温室气体排放量减少30%，其中，绿色建筑将发挥巨大作用。法国《论坛报》刊文指出，建筑部门是环境转型中的关键部门，需要全行业自愿且主动地深入转型，同时借鉴前沿技术，实现绿色建筑更加可持续的发展和和使用。

丹麦——创新设计可减少建筑物50%能耗

丹麦地处北欧，气候比较寒冷。如何让建筑物既保温又节能，丹麦政府大力推广的绿色建筑给出了答案。

位于科灵河畔的南丹麦大学（科灵校区）内坐落着丹麦第一座低能耗的大学建筑。该建筑以其独特的等边三角形外观，以及“绿色节能”的设计建造理念，成为丹麦绿色建筑的代表作。

丹麦亨宁·拉尔森建筑事务所的设计总监路易斯·贝克尔说，这座建筑的设计方案最大限度降低了建筑物对照明、供暖、制冷和通风的能源需求，并以几何形状和结构来解决这些高耗能需求。

在这座1.37万平方米的建筑内，中庭和演讲厅是设计的重点空间。采用三角形平面设计的动态遮阳系统是该建筑最大的亮点。遮阳系统由约1600片三角百叶窗的钢结构组成，它们以特定的方式被安装在外立面，能够适应不断变化的日光，并控制光的照射量。

“通过建筑自身的空间形式分隔、围护结构的被动式设计，以及高效智能系统的实施，使该建筑的能源需求减少了50%，年能耗仅为每平方米38千瓦时，相当于丹麦同类建筑物能源消耗的20%至25%。”贝克尔说。

丹麦近40%的能源消耗与建筑有关。丹麦能源署副主任斯蒂格·乌夫·佩德森表示，降低建筑物的总能耗具有很大的潜力。

丹麦是世界上较早开展建筑节能和城市供热节能的国家之一。丹麦住房建设部门在1996年颁布条例，要求所有建筑物安装热计量节能装置，通过这一举措，丹麦的室内采暖总能耗降低了50%。2019年，丹麦通过建筑节能能源近4万兆瓦时，2020年实现了节能14%的国家目标。2021年3月，丹麦议会通过新版“国家可持续建筑战略”，引入对2023年起建造的建筑物的二氧化碳排放要求。丹麦工业界预估，通过创新建筑材料的设计和使用，建筑相关排放量到2030年可减少50%。

沙特阿拉伯——促进提高能源和用水效率

在位于沙特阿拉伯西海岸的阿卜杜拉国王科技大学，两座高约 60 米、形似烟囱的太阳能塔十分醒目。烈日下，走在建筑群之间的庭院内，阵阵微风吹来，带来丝丝凉爽。

原来，这是两座太阳能塔在发挥作用——即便在没有自然风的情况下，塔上的深色表面仍可以吸收太阳的热量，加热周围空气使其向上流动，带动空气流通，达到通风降温的效果。此外，校园的路面使用浅色石材，地面能反射更多热量，降低了校园的热岛效应。在校园内各建筑楼顶，安装有约 1.2 万平方米的太阳能装置，每年可产生 3300 兆瓦时的清洁能源。一系列的节能设施，每年可为学校节省 27% 的能源支出。

由于地处沙漠，大学所在地区年平均降雨量仅有 54 毫米，水资源十分珍贵。学校实施了综合灌溉计划，校园产生的污水经过处理后注入滴灌系统用于灌溉，校园建筑中还采用低流量的装置，使整个校园的用水需求减少 40%。

阿卜杜拉国王科技大学一系列绿色设计理念，是沙特近年来探索发展绿色建筑的一个缩影。一家可持续发展咨询企业的报告指出，沙特对绿色建筑的投资在全球名列前茅，阿拉伯国家中有 15% 的绿色建筑项目是在沙特实施的。

沙特住房部于 2019 年推出了名为 Mostadam 的绿色建筑评价系统，针对当地的气候和环境特征，为住宅、社区和商业建筑的设计、施工、运营等进行评级，促进提高能源和用水效率，鼓励使用可再生能源，提高全行业对可持续性的认识。

2021 年初，沙特阿拉伯王储穆罕默德宣布将投资 5000 亿美元，在位于沙特西北部的新未来城建一座“零排放”的城中城。该城将保留 95% 自然风貌，城市发展所需能源全部为太阳能、风能等清洁能源。（刘玲玲 殷森 周轲 刘刚）

我国科学家创制碳家族单晶新材料

科技日报 2022.6.17

科技日报北京 6 月 16 日电（记者陆成宽）碳是一种神奇的材料，既可以制成柔软的铅笔芯，也可以构成坚硬的金刚石。16 日，《自然》发表了一项关于碳家族新材料的研究成果。来自中国科学院化学研究所的研究人员，在常压下通过简单的反应条件，创制出一种新型碳同素异形体单晶——单层聚合 C60。

金刚石、石墨烯、富勒烯、碳纳米管等材料都由碳原子构成，但由于原子排列不同，它们展现出完全不同的物理化学性质，因此，它们被称为碳的“同素异形体”。

研究新的碳同素异形体、制备新型碳材料一直是材料领域的前沿科学问题。“迄今为止，单个原子一直是构筑二维材料的最小单元。把纳米团簇作为基本单元，使用传统化学反应，自下而上像‘垒砖头’一样构筑更高级的二维拓扑结构材料一直未能实现。”中科院化学所研究员郑健坦言。

经过 5 年的潜心研究，研究人员利用掺杂聚合—剥离两步法，成功把纳米团簇 C60 聚合在一个平面上，并通过碳碳键相互共价键合形成规则的二维拓扑结构材料，即单层二维聚合

C60 单晶。

“通过进一步研究，我们发现，这种新型碳材料具有结晶度高、热力学稳定性好以及禁带宽度适度等优良特性。”郑健说，这是继石墨烯之后，又一种稳定的二维碳材料。

郑健表示，这项研究开辟了以碳簇代替原子构筑碳材料的新策略，同时，新制备的碳材料在非线性光学和功能性电子器件方面具有巨大应用前景，在超导、量子计算、自旋输运、信息及能量存储、催化等领域也具有潜在的应用价值。

“十四五”推动城市电、热系统结构性优化

中国能源报 2022.6.6

本报讯 近日，北京市人民政府印发《北京市城市更新专项规划（北京市“十四五”时期城市更新规划）》（下称《规划》）。《规划》提出，“完善市政供给体系”，根据城市更新特征与碳中和需求，实现城市电、热系统的结构性优化。

《规划》提出，要逐步推进老旧建筑节能改造，降低建筑能耗，提高可再生能源利用水平，将传统建筑转变为产能建筑，老旧小区改造结合电动车峰谷储电，实现“微能源”社区创建；鼓励因地制宜发展分布式光伏发电，推动建筑光伏一体化改造设计；积极推进热泵系统供热，重点推广地源热泵、再生水源热泵系统应用，结合资源条件有序发展中深层地热能；稳步推进风电、垃圾焚烧发电，大量调入绿电；实施维护结构节能改造、老旧供热管网改造及供热系统智慧化改造；存量用地更新充分考虑市政基础设施用地需求，为碳中和发展预留能源新技术的建设条件。（宗和）

独立储能获政策“充电”

中国能源报 2022.6.20

专家观点

“独立储能身份的明确，将吸引电网企业加快布局相关业务。未来电网企业投资建设的储能电站与非电网资本投资的独立储能站，在参与电力市场时，能否获得无差别待遇，实现电力市场公平透明，还有待观察。”

近日，国家发改委、国家能源局印发《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》（以下简称《通知》），首次对“独立储能”的概念进行了官方定义。

《通知》明确的独立储能概念与传统概念有何不同？此次“官宣”对储能产业的发展又将产生哪些影响？

首获官方定义

根据《通知》，具备独立计量、控制等技术条件，接入调度自动化系统可被电网监控和调度，符合相关标准规范和电力市场运营机构等有关方面要求，具有法人资格的新型储能项目，可转为独立储能，作为独立主体参与电力市场。

“也就是说，只要具有法人资格，符合相关要求，且愿意实施技术改造的新型储能项目，均可作为独立主体参与电力市场。”山东电力工程咨询院智慧能源事业部设计总工程师、中国能源研究会储能专委会委员裴善鹏说。

华北电力大学电气与电子工程学院副教授郑华表示，这是官方首次对独立储能身份进行定义，摒弃了以往以电网并网点或产权分界点为核心的传统“独立”理念，首次明确独立储能概念。“这是我国新型储能，乃至新型电力系统发展过程中的重大政策创新之一。”

“传统独立储能概念，通常指接入到电网产权分界点或新能源电站并网点（PCC点）的新型储能项目，而未接入到PCC点的新型储能项目，不直接与电网企业和交易机构进行调度、交易与结算，即将储能电站视为新能源或传统电源电站的附属设施。而此次《通知》明确的独立储能，无论项目接入点在哪儿，只要符合条件，均可作为独立储能电站，直接与电网企业和交易机构进行调度、交易与结算，极大拓宽了独立储能参与电力市场的途径，是适合新型储能良性发展所需的‘长效机制’之一。”郑华说。

扩大盈利空间

独立储能首获官方定义，解决了储能电站结算难、受众主体单一等难题，对储能企业和投资方而言无疑是重大利好消息。

山东某储能电站负责人刘某表示：“此前，相关文件规定新能源项目强制配储能，而且部分储能要义务调用。现在，独立储能概念得以明确，给了独立储能项目一个合理‘补偿’。”

厦门科华数能科技市场总监陈超表示，储能独立市场身份的明确，便于其未来广泛参与电力市场交易，同时减轻风光开发商单独配置储能的成本，有利于提升电力系统中储能资产利用率。

郑华进一步介绍，此前，由于新型储能电站或单元只能服务于单一的新能源场站或传统电源，造成储能利用率不高。而根据此次独立储能的定义，原则上允许任何接入点的储能电站参与全网范围内的电力交易，增加了储能电站的利用率，扩大了电站的盈利空间，解决了储能收益结算难的问题。

“此前，不具备电网直调条件或没有电网结算市场主体身份的储能项目，一般采取合同能源管理方式进行商业运营。在这一过程中，业主方可能会出现推迟结算甚至违约、扣减储能收益的情况，造成收益‘结算难’，而此次《通知》明确独立储能电站可与电网企业直接监控、结算，避免了第三方收益结算拖欠问题。”郑华表示。

“但不论是存量储能电站还是新建储能电站，独立储能身份的明确都会因满足新的双向计量、调度监控、市场交易要求等变化，导致投资成本与运营成本增加，同时也会加大电网调度运行及其辅助系统等的复杂度，尤其是在电网异常情况下，新能源场站与储能电站等都会受到不同程度的影响。”郑华说。

保障良性竞争

有业内人士指出,《通知》为解决现有储能电站的调度、交易与结算等核心问题提供了基础思路,但后续发展仍需深入研究存量储能电站与调度、交易机制之间的关系,制定独立储能电站与现有系统、运行机制、运营机制的协同方案。

“现阶段,新型储能的商业模式较为单一,可参与的电力市场范围、深度都很有有限。下一步,只有逐步扩大参与电力市场的范围与品种,新型储能的多场景灵活性优势与价值才能得以体现,在源侧、网侧和荷侧的多元化应用场景中创造新模式、形成新业态。”郑华说。

对此,中国能建集团储能技术专家楚攀指出:“独立储能身份的明确,将吸引电网企业加快布局相关业务。未来电网企业投资建设的储能电站与非电网资本投资的独立储能站,在参与电力市场时,能否获得无差别待遇,实现电力市场公平透明,还有待观察。”

楚攀建议,未来储能参与电力辅助服务市场与电力现货市场交易时,可借鉴证券市场的监督方式,或引入区块链技术进行记录,利用丰富的信息化手段,保障市场参与主体权责一致,公平参与,良性竞争。

此外,郑华建议,独立储能与非独立储能也需要结合地区市场实际需求、交易机制、偏差机制等因素权衡发展,在市场公平竞争中实现利益最大化。(张金梦)

半固态电池赛道开启

中国能源报 2022.6.20

动力电池可以理解成一个“三明治”结构,上下由正负极组成,中间夹着隔膜。传统液态电池将电池的上中下三个结构都浸泡在液态电解质中,半固态电池则将电池内的液体“挤出”一部分,部分换成固态的电解质。电池内的液体全部被“挤出”并替换为固态电解质时,就成了全固态电池。

近日,固态电池新势力企业太蓝新能源宣布,该公司位于重庆的第一条半固态动力电池产线即将于今年10月投产。此前,国轩高科也发布了一款半固态电池,称将在年底量产上车。

6月1日,国家发改委等九部门联合印发的《“十四五”可再生能源发展规划》指出,要研发储备钠离子电池、液态金属电池、固态锂离子电池、金属空气电池、锂硫电池等高能密度储能技术。今年以来,多家企业积极布局半固态电池,动力电池新赛道是否就此开启?

更长续航更加安全

何为半固态电池?上海交通大学密西根学院副教授薄首行向记者介绍:“动力电池可以理解成一个‘三明治’的结构,上下由正负极组成,中间夹着隔膜。传统液态电池将电池的上中下三个结构都浸泡在液态电解质中,半固态电池则将电池内的液体‘挤出’一部分,部分换成固态的电解质。电池内的液体全部被‘挤出’替换为固态电解质时,就成了全固态电池。”

一众企业正积极研发半固态电池。“一方面是因为半固态电池中液体减少，电池重量降低，储存能量变高，能量密度提升；另一方面则是因为固态电解质不可燃，半固态电池减少了液体，降低了可燃性，安全性大大提高。”薄首行说。

国轩高科方面也向记者表示，“固态、半固态技术可以显著提升能量密度，大幅增加电池续航。此外，半固态技术相较传统电池技术也更安全。目前，国轩高科半固态电芯能量密度可达 360 瓦时/千克，装车车型续航里程达 1000 公里。同时，国轩高科的半固态电池已通过严苛的针刺测试和高于国标的热箱测试。”

也有业内人士认为半固态电池的逐步量产，会提升行业信心，吸引更多资源投入这项技术研发。

多方考量的折中之选

此前，业内曾有观点称“固态电池是动力电池的最终形态”，但全固态电池仍面临工艺技术等难题，商业化应用还需等到 2025 年之后。

“液态电池因液体迁移速度快的特性，离子在正负极之间可快速传导，动力电池的充电速度因此较快，而全固态电解质往往达不到这种速度，充电速度不佳。”薄首行认为，当前市场对于半固态电池的热衷，恰巧是一个折中的办法，“既可以在性能和安全性上有所提升，又可以保障充电速度等电池关键性能指标。”

力神电池研究院马洪运认为：“半固态电池受到业内追捧的主要原因是采用了固液混合电解质，在提升电池安全性能的基础上，可以最大程度兼容现有的工艺、设备及材料，是现阶段综合性能较优异的产品。”

不过，也有业内人士坦言：“全固态电解质在材料层面存在规模化量产受限及成本相对较高的难题，短期内不会对三元电池和传统锂离子电池形成巨大冲击。”

企业积极布局

从生产的角度来说，薄首行认为，半固态电池在一定程度上属于“换汤不换药”，与传统锂离子电池生产工艺匹配性较高，只需局部调整原有生产架构就可实现。

同时，各企业技术水平已发展完善。如力神电池在半固态和固态电池的模型仿真研究、新型材料开发、新型化学体系设计、特殊电芯结构设计、工艺制造过程开发及失效机理研究等方面，解决了半固态电池生产的核心技术难题。

记者梳理发现，已有多家企业入局半固态电池。今年 1 月，孚能科技在互动平台上称“第一代半固态电池送样给整车厂客户，获得了良好反馈”；同月，赣锋锂电称半固态电池已在东风风神 E70 实现装车运行；4 月，蜂巢能源与中科院共同组建固态电池技术研究中心……

不过，半固态电池并不是动力电池厂商的最终目标。国轩高科表示，“400 瓦时/千克的三元半固态电池目前已有原型样品，未来还将通过技术创新，加速液态电池向半固态电池过渡，最终实现全固态。”（林水静）

纳米石墨烯和石墨烯纳米带作为多功能材料的现状和前景

中国科学报 2022.6.23

德国马克斯·普朗克高分子研究所 Klaus Müllen 团队分析了纳米石墨烯（NGs）和石墨烯纳米带（GNR）作为多功能材料的现状和前景。相关论文日前发表于《美国化学会志》。

NGs 和 GNR 是从石墨烯薄片上切下的，是连接分子世界和块体碳材料世界的理想材料。虽然已经开发出各种自上而下的方法以高产量生产此类纳米结构，但目前的观点强调通过现代溶液和表面合成，实现 NGs 和 GNR 长度、宽度和边缘结构的精确控制。

它们的结构可能性已从“平地”进一步扩展到三维世界。在三维世界中，手性和利用手性是“王冠上的宝石”。除了在分子水平上表现出的特性外，自组装和薄膜结构也不容忽视，这强调了加工技术的重要性。借助丰富的化学工具包，NGs 和 GNR 可以被赋予多种性质和功能，从而在当前和未来的材料科学中展示其多功能性。

电化学储能迎五大创新机遇

中国电力报 2022.6.29

6月22日，全球性环保组织绿色和平发布了《电力系统脱碳的关键路径——电化学储能技术创新趋势报告》（以下简称《报告》）。《报告》从4种电化学储能技术路线出发，拆解其上下游产业链，细致呈现了各阶段的发展现状和市场结构，同时分析了电化学储能技术从上游电池到下游回收五大环节中的创新机遇。

锂电池：突破安全技术

全球电动汽车发展迅猛，推动了以锂离子电池技术为主的电化学储能发展。《报告》指出，在众多电化学储能技术路线中，锂离子电池已建立较为健全的产业链。

但不容忽视的是，我国锂资源开采难度较大，进口锂资源依赖度依然较高，以2020年为例，年进口占比超70%以上。《报告》指出，国内的锂盐湖主要分布在青海、西藏和湖北，虽然资源总量占全球总探明储量的22.9%，但品位不高且开采利用条件较差。根据相关公司披露，生产成本远高于南美盐湖生产成本。从原料环节来看，如何降低国内锂资源的开采成本是技术发展的重点。虽然应用广泛，但安全性依然是目前锂电池亟须解决的问题。《报告》指出，锂离子电池的创新方向主要是在现有技术产业链的基础上寻求更安全、更高效、成本更低的技术突破。

变流器：长寿命是关键

作为连接电源、电池与电网的核心环节，储能变流器决定着输出电能的质量和特征，从而很大程度上影响着电池的寿命。作为储能变流器的核心设备，IGBT等功率器件对电能起到整流、逆变等作用，以实现储能电池充放电等功能。

由于IGBT的性能直接影响充放电效率，因此过去储能变流器企业在器件选用过程中往

往偏向稳定性较强的海外 IGBT 产品。由于国内企业产业化起步较晚，工艺基础较为薄弱，我国 IGBT 市场长期被英飞凌等欧日厂商主导。绿色和平介绍，2020 年，我国 IGBT 自给率不足 20%。近来受新冠肺炎疫情等因素影响，海外芯片大厂交期延长，叠加中美贸易摩擦等地缘政治事件，储能变流器企业开始加速引入国产 IGBT 供应商，建立国产供应链体系。

《报告》认为，单从储能变流器产品上看，高电压、长寿命、高功率为其创新发展趋势。从应用上来看，储能变流器应用场景逐步丰富，具备光储充一体化的储能变流器应用逐步增多。变流器技术将从单一的离网备用电源，到光储一体并/离网变流器，再到光储充一体。

EMS：智慧运维是方向

能量管理系统（以下简称“EMS”）是运用自动化、信息化等专业技术，对储能系统能源供应、存储、输送等环节实施的动态监控和数字化管理，从而实现监控、预测、平衡、优化等功能。

EMS 主要包括信息采集终端、通信管理机、系统平台硬件以及系统软件等部分。据统计，硬件成本在能源管理系统总成本的占比一般不超过 50%，信息采集终端和通信管理机等硬件设备国内产业链已相当成熟。在系统软件方面，由于 EMS 公司需了解电网的运行特点和核心诉求，因此国内储能 EMS 相关公司主要为南瑞继保、许继集团、国电南瑞、平高电气等公司。

直接补贴、设定配置比例等扶持政策可短暂地刺激储能装机，但市场的真正成熟离不开储能系统效率和循环寿命的提升以及系统成本的降低。通过专业的运营维护及安全监控，可以保障储能电站的健康高效运行，是降低系统成本的有效方法，所以电站的智慧运维是 EMS 未来发展的重要方向。

当前，一些专业化公司已经开始专注于储能电站的智能运维和精细化管理。《报告》建议，在专业储能运维平台管理的储能电站到达一定规模后，运维管理平台可整合分散安装的储能系统形成虚拟电厂，通过集群调度参与电网服务或者电力交易，获取增值收益。

创新应用：推进光储充一体

随着储能盈利模式的探索，“云储能”“共享储能”等创新应用模式脱颖而出。以用户侧多主体共享储能为例，业内专家研究表明，以北京市一般工商业分时电价作为参考进行测算，运营商主要通过“低储高放”获利，5 年左右回收成本。用户不需要承担投资储能的费用，只需在电价高峰时期从运营商购买价格较低的电量即可节省电费；对于电网来说，建设共享储能节省了大量的扩建费用并减低了耗损成本。

《报告》认为，可以将光储充一体化充电站作为创新应用的落点。应用场景多样，占地面积不大，可作为电动车的充换电站、露天停车场、车站、高速公路休息区等。获利模式较为多样，“光伏+储能”自发自用，余电上网，“谷充峰放”的时间电价转移，并结合电动车充电习惯制定时间电价模式，通过能量管理系统调节并舒缓馈线压力，作为紧急备用电源

等。

《报告》同时也明确提出了光储充发展的制约因素。首先是安全问题。加强光储产品的标准化和模块化，建立和完善光储系统的安全标准体系是保障安全的重要因素之一。其次，因为光储充获利模式较为多样，在很多省份尚未建立相应的储能获利政策机制，对光储充的应用有一定限制。

电池回收：可探索多方合作

电化学储能尚处于发展初期，专门针对不同电化学储能系统的回收市场并未受到太多关注。储能电池的寿命预计为10年以上，从2020年储能装机量大幅增加来计算，储能电站的电池回收将从2030年开始进入规模化。目前，我国建立的电池回收政策主要针对动力电池，尚未出台完全针对储能电站的电池回收政策，而现阶段电池回收也没有形成完整的商业模式，多种类型的企业还处于布局阶段。

《报告》认为，从生产者责任制的角度来讲，处于储能产业链后端的集成商有义务开展相关工作，其优势在于直接对接应用场景，有更好的渠道，但其劣势在于再利用和材料制造能力。从经济性角度来说，降本是推动回收市场发展的核心，因此材料制造企业、电池企业均有动力进行相关业务的拓展。但制造企业对于下游的控制能力较弱，渠道能力依然依赖集成商，所以未来有望形成多方合作的模式。（莫非）

甲醇汽车期待加入“新能源”家族

中国能源报 2022.6.27

“没办法，现在油价这么高，只能选距离远又有时间要求的单子，才算白跑一趟。”在卡车之家论坛里，多位货车司机无奈地说。

“这段时间出租车行业涨价没希望，再高的成本也得自己扛，真是‘步步惊心’。”一位北京出租车司机告诉记者。

近期，全国多地95号汽油正式迈入“10元时代”。在高油价催化下，新能源汽车市场也迎来发展新机遇。中国汽车工业协会数据显示，5月，国内新能源汽车产销分别完成46.6万辆和44.7万辆，环比分别增长49.5%和49.6%。

值得注意的是，目前新能源汽车发展还存在充电基础设施建设滞后、核心技术仍需突破、政策体系有待完善等短板。如火如荼的新能源汽车市场也开始“冷”思考：随着全球能源危机的出现和环保要求的日益提高，新能源汽车也将向动力多元化和燃料多元化转变。是否有既节省成本又无里程焦虑，同时还能降低碳排放的清洁能源汽车？

“在全球竞跑新能源的时代，多种能源并举、多条技术走路才是能源安全的基础保障。在我国发展甲醇燃料，推广应用甲醇汽车，对交通领域实现双碳战略目标、保障能源安全、促进经济健康可持续发展具有重要意义。”吉利新能源商用车集团首席科学家刘汉如坦言。

一举多得 甲醇汽车优势多

提到交通运输领域碳减排，消费者对纯电动和氢燃料电池两条技术路线的新能源汽车较为熟悉，而对甲醇汽车相对陌生。但其实，国内甲醇燃料与甲醇汽车发展已历经 40 余年。

从原料制备技术和应用规模来说，我国不仅是世界上最大的甲醇生产国和消费国，甲醇制备技术也处于世界领先水平。数据显示，2020 年我国甲醇产能近 1 亿吨，产能利用率达 70% 左右，产能充分利用的同时能够保障燃料供应的充足性。

同时，甲醇是一种性价比高且清洁的燃料，用途广泛。不仅辛烷值高、动力强，而且其原料来源充足、获取方便，是安全、高效、清洁的替代燃料，在汽车、船舶、锅炉等领域已经得到一定程度的应用。

刘汉如表示，甲醇常温下为液态，储存、运输便利，将现有的成品油调配、储存、运输和加注等基础设施稍加改造即可成为甲醇燃料加注的基础设施，基本不需要增加或更换价格较高的设施设备。新建加注站与新建成品油加油站投资基本相同，在用的成品油加注站改建成本更低，从汽、柴油车过渡到甲醇汽车易于实现。

“对比纯电动汽车，甲醇汽车还有一个明显的优点就是补能效率高，续航能力不受天气影响。与氢燃料电池汽车相比，甲醇汽车原料的提取和生产没有太高要求，无论是成本还是推广难度都会更低。”刘汉如说，“就车辆本身而言，无论是甲醇商用车还是甲醇乘用车，其用车成本都比燃油车大幅降低。根据吉利新能源商用车的数据，此前，甲醇重卡比柴油重卡可节省 18% 的燃料费用，约为每公里节省 5 毛钱，如果按照近期的油价计算，则可节省 32%，每公里大约节省 1 元钱。吉利第 4 代帝豪醇电混动轿车拥有 40% 的节能率，每公里出行成本低至 3 毛钱。”

与此同时，甲醇在制备过程中还可以消纳二氧化碳。甲醇作为绿氢的载体，可解决氢能储存和运输的安全性和成本问题。同时，还可资源化转化二氧化碳，规模化生产绿色甲醇，缓解我国液态燃料短缺的局面。

陕西省甲醇汽车试点运行专家组组长刘生全表示，如果说汽、柴油燃料汽车是 1.0 版本，天然气燃料汽车就是 2.0 版本，而甲醇燃料汽车则是 3.0 版本。经过多年技术升级，甲醇燃料在各方面均有优势。

试点效应显现 产业链日渐成熟

近年来，甲醇燃料的优势开始得到越来越多国家的认可和推广，我国也正在从追赶者变成领导者。

2012 年起，工信部就在山西、上海、陕西、贵州、甘肃五省一市组织开展甲醇汽车试点运行项目。“这些试点省市的甲醇原料资源丰富，煤化工产业发达，能够将原料就地转化利用。”刘汉如说。

刘汉如介绍，根据工信部甲醇汽车试点运行数据测算，甲醇汽车与汽油车相比，能效提高约 21%，二氧化碳排放减少约 26%。

深耕甲醇汽车 17 年的吉利，不仅是市场化推广甲醇汽车数量最多的企业，也成为甲醇

汽车试点运行投放车辆最多的汽车生产企业。在此期间，吉利投入的甲醇汽车占试点车辆总数的近90%。目前，吉利的甲醇轿车、甲醇混合动力轿车、甲醇重卡、甲醇危化品运输车等产品相继问世。

此外，吉利已建成了晋中、南充和贵阳3个甲醇汽车生产基地，在全国范围内规模化运行近3万辆，总里程近100亿公里。

今年3月，由吉利研发生产的甲醇轿车和远程甲醇重卡，开启了在丹麦奥尔堡的海外测试和示范运行，这也是丹麦首次运行甲醇汽车。

“试点项目为我们攻克海外市场积累了技术和经验。国内试点项目效应也初步显现，并以点带面，不断辐射全国，助推产业规模化发展。”刘汉如说。

目前，我国甲醇汽车已经健全了政策许可、行政管理许可、技术标准许可、市场准入许可和运行保障许可的全体系通道，完成了技术链、产业链和供应链的建设。

2021年9月，生态环境部正式受理甲醇汽车的环保认证，甲醇汽车被纳入国家汽车工业统一管理范畴。同年11月，工信部在《“十四五”工业绿色发展规划》中提出，推进二氧化碳耦合制甲醇等降碳技术的推广应用，将甲醇汽车纳入绿色产品，大力发展和推广新能源汽车，促进甲醇汽车等替代燃料汽车推广。

发展地基稳固 产业亟待加速跑

“多年来，我们成功解决了甲醇发动机零部件耐醇、耐久性能等行业难题，掌握了甲醇汽车的核心技术，形成专利200余件，开发甲醇燃料商用车、乘用车共20余款，成为全球首个实现甲醇汽车量产的主机厂，技术成熟度及产品投放规模两方面都处于国际领先水平，发展地基稳固。”刘汉如指出，“但在甲醇汽车产业和企业不断攻坚克难取得技术进步的同时，也不得不面对政策、基础设施等现实困难。”

当前，甲醇燃料尚未纳入国家新能源范畴，致使甲醇燃料的生产、销售以及加注站的审批建设等缺乏政策依据，也让目前国内很多区域的甲醇加注站未能普及。“甲醇汽车未被纳入新能源汽车发展体系和管理范畴，导致甲醇汽车被认定为新能源汽车并领取新能源牌照缺乏依据与支持。”刘汉如说。

此外，甲醇汽车产业发展仍然缺少有效的政策指导，国内参与甲醇汽车及产业链的企业数量较少。“目前甲醇汽车只在少数省份或城市有政策支持和补贴，但无论是力度与广度都与纯电等新能源车型有较大差距，减缓了甲醇汽车的推广速度。加之其科普程度远不及纯电车，消费者因对甲醇汽车不了解而抱有观望态度。这些都成为制约甲醇燃料应用和甲醇汽车发展的关键因素。”刘汉如说。

在推动交通运输领域降碳的过程中，国家对新能源汽车给予了财政补贴、正积分支持、财政采购比例规定、路权（绿色牌照）等鼓励政策。“基于甲醇低碳、清洁能源的属性，建议在国家层面出台相关政策，将甲醇汽车正式纳入新能源汽车范畴，给予同等的政策支持并统筹管理。”刘汉如建议。

业内人士呼吁，应在国家层面将甲醇能源纳入国家能源体系。将甲醇燃料与现有的汽柴油、天然气以及氢气一视同仁，进行规范管理。在此基础上，引导甲醇燃料市场准入机制健康发展，推动甲醇燃料应用，稳步降低石油对外依存度，保障能源安全，推动“双碳”目标的全面落实。

“未来，新能源商用车将从单纯的生产工具向智能移动运力、零碳物流载体、数字生活空间转变。为持续引领‘零碳陆运’，我们希望能够为社会提供真正意义的智慧绿色运力科技综合服务。”刘汉如说。

“同时，我们也希望能够通过绿色金融鼓励发展二氧化碳与可再生能源发电制氢合成甲醇。同时，拓展产业触角，推动甲醇燃料在交通运输领域的应用，促进合成可再生甲醇能源产业可持续发展。”刘汉如补充说。（渠沛然）

动力电池催热锰基材料

中国能源报 2022.6.27

核心阅读

任何电池路线的发展都离不开能量密度和成本这两条主线。磷酸锰铁锂的能量密度高于磷酸铁锂但成本却差不多，富锂锰基材料和层状锰酸锂的能量密度优于三元材料。在原材料成本不断高企的当下，研发这几种正极材料的热度自然会提升。

近日，当升科技宣布磷酸锰铁锂材料已完成研发，目前处于客户认证阶段；巴斯夫杉杉宣布富锰电池材料已实现吨级规模化生产……近年来，包括磷酸锰铁锂、富锂锰基等锰基电池备受关注，相关企业加速布局。锰基材料电池前景究竟如何？

性价比优势显著

磷酸铁锂电池和三元锂电池是目前电动汽车使用的主流动力电池。

今年3月，特斯拉CEO马斯克表示，“我认为锰基电池有潜力。”他进一步称“在非常大的（电池）需求下，我们需要数千万吨甚至数亿吨原材料。因此，用于大规模生产电池的材料必须是普通材料，否则就无法规模化。”在2020年的特斯拉电池日上，马斯克还曾表示，用2/3的镍和1/3的锰做正极材料相对简单，这使得在同样数量镍的情况下可以提升50%以上的电池容量。

目前主流锰基电池包括锰酸锂、磷酸锰铁锂、富锂锰基等。业内人士认为，锰基材料中，磷酸锰铁锂作为磷酸铁锂最重要的改进方向之一，有望率先产业化应用。据了解，磷酸锰铁锂是磷酸铁锂与磷酸锰锂的固溶体，保留了磷酸铁锂的优良安全性与稳定性，并且拥有较高的电压平台以及与磷酸铁锂相同的理论克容量，因此相同条件下其理论能量密度比磷酸铁锂电池高20%左右。目前，拥有磷酸锰铁锂技术储备的电池厂商有宁德时代、比亚迪、国轩高科等，主要以专利技术研发、投资布局为主。德方纳米、中贝新材料、天津斯特兰等正极厂商均对锰铁锂产品有所布局。德方纳米表示，公司新型磷酸锰铁锂已开始送样，预计

1-2 年后可实现产业化，叠加正极补锂技术，该电池能量密度可提高 20%，循环寿命可达 1 万次。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员夏永高指出，目前磷酸铁锂电池的能量密度已接近极限，三元锂电池受近期镍、钴价格波动影响，成本飞涨。同时，相对于镍、钴，锰的储量较为充足。在此背景下，锰基电池的优势进一步凸显。

在真锂研究首席分析师墨柯看来，任何电池路线的发展都离不开能量密度和成本这两条主线。“磷酸锰铁锂的能量密度高于磷酸铁锂但成本却差不多，富锂锰基材料和层状锰酸锂的能量密度也优于三元材料。在原材料成本不断高企的当下，研发这几种正极材料的难度自然会提升。”

尚存技术难点

据了解，比亚迪多年前曾尝试研究锰基电池并申请了相关专利，不过后续未有更多进展，目前比亚迪主打刀片电池。

事实上，具备诸多优势的锰基电池自身也有痛点。“锰元素的加入可以提升原本磷酸铁锂电池的能量密度，但与此同时，锰加入后，材料的锂离子扩散速度和电子电导率均会降低。因此，为了实现磷酸锰铁锂更高的放电比容量，需要减小材料一次颗粒尺寸，但小的纳米颗粒也带来一系列副作用，如压实降低、吸水性高，以及其导致的高温循环性能差和胀气问题。”夏永高表示。

“磷酸锰铁锂技术开发的难点在于解决电压双平台的问题，富锂锰基和层状锰酸锂技术开发的难点在于延长循环寿命的问题，目前，上述技术都还没达到实用阶段的水平。”墨柯坦言。

高工锂电认为，未来 2-3 年磷酸锰铁锂将更多的以复配三元材料方式加以应用。长远来看，随着其成本下降，循环性能改善，将加速完成从辅材到主材的升级过程。“磷酸锰铁锂现阶段单独使用还存在一些问题，其更适合用作三元锂电池的辅助材料，既可以兼顾能量密度，又可以提高三元电池的安全性能。”夏永高表示。

带动用锰需求

原材料供应紧张导致此前电池价格暴涨，近期虽已止涨，但价格仍维持在高位。目前，不少车企纷纷寻找性价比更高的电池，新材料、新技术层出不穷。清华大学教授、中国科学院院士欧阳明高近日表示，未来动力电池很有可能出现更多材料体系方面的创新。从目前来看，钠离子低温充电、快充性能表现十分突出，锰酸锂、锰酸铁锂等锰基固态电池经济性、低温性能表现优异，两者凭借各自优势，均已进入新一代动力电池技术研发布局之列。

中金公司的研报指出，2022 年开始，4680 电池、CTB、磷酸锰铁锂电池、半固态电池、钠电池、锂电回收等有望陆续走向产业化。“原材料价格上涨越多，综合性价比越高的电池路线就越受欢迎，比如，磷酸锰铁锂等多种技术路线未来都会有参与竞争的机会。”新能源与智能网联汽车独立研究者曹广平表示。

据了解，锰酸锂电池目前已实现大规模量产，在两轮车市场有着较大市场空间，磷酸锰铁锂电池、富锂锰基电池仍处于规模化量产的推进过程中。

业内比较关注，何种锰基电池可实现最先搭配装车。对此，夏永高看好三元/磷酸锰铁锂复合电池的前景。针对目前磷酸锰铁锂电池发展面临的技术问题，他认为针对不同的应用场景，综合平衡锰铁比、电化学性能和物理性能等至关重要，不应一味追求更高的锰含量。

未来随着锰基电池的发展，锰在电池端的需求也将攀升。中信证券的研报指出，受益于三元正极材料和锰酸锂材料出货量的快速增长，预计 2025 年锂电正极材料用锰量将超过 30 万吨，2021 - 2025 年复合增长率为 32%。随着新型锰基正极材料的渗透率提升，预计锂电池用锰量将出现激增，至 2035 年有望增至 130 万吨以上，相当于 2021 年的 10 余倍。2035 年锂电池领域用锰量预计占锰整体需求比例达到 5%。（杨梓）

“重力储能”商业化渐行渐近

中国能源报 2022.6.27

由中国天楹股份有限公司及旗下控股子公司 Atlas Renewable 携手瑞士重力存储技术公司 Energy Vault 合作开发的中国首个重力储能系统项目近日开工建设。这个采用了新型机械式储能技术的重力存储项目，可以利用重力原理实现能源存储，即将重力势能转化为动能，再通过大型发动机将动能转化为电能。

重力存储技术在几年前还处于理论研究阶段，但随着全球多个试验项目问世，已迈出了商业化的第一步。重力存储技术不仅可以在电力调峰、系统调频、风光并网等方面发挥重要作用，还能帮助终端用户错峰用电，提高整体能源使用效率。

中国首个重力储能项目开工

这个名为 EVx™ 的重力储能系统容量为 10 万千瓦时，应用于江苏省如东县的一个风电场。作为中国首个公用事业级重力储能项目，被业内寄予厚望。中国天楹、Atlas Renewable 和 Energy Vault 于 1 月底达成了可再生能源存储的许可和特许权使用费协议，其中包括价值 5000 万美元的技术授权许可协议，允许 Atlas Renewable 在中国电力市场使用 Energy Vault 专有的重力存储技术及其能源管理和资产优化软件套件。

“中国首个重力储能系统项目的开建，是我们技术和业务发展的一个重要里程碑。” Energy Vault 董事长、联合创始人兼首席执行官 Robert Piconi 表示，“重力存储技术作为一项关键赋能技术得到认可和部署，将为绿色能源转型带来更强动力。”

江苏如东 EVx™ 重力储能系统采用了 Energy Vault 设计的 EVx 复合块，这些复合块用低成本和可就地取材的材料制成，包括当地土壤、矿山尾矿、燃煤残轧残渣（煤灰）和报废的退役风力涡轮机叶片等。

一个 EVx 的存储容量为 10 万千瓦时，相当于 2.5 万个家庭一天的用电需求。基于模块化的架构形式，不同的重力储能系统可以“搭建”成不同数量的 EVx，大小和布局都可以

自由调整，这意味着储存容量从兆瓦时至吉瓦时都可实现。

Energy Vault 指出，重力存储技术可以在维持电力可靠性的情况下帮助公用事业公司、独立发电商和大型工业能源用户大幅降低平准化度电成本。

探索更多应用场景

Energy Vault 并非唯一研发重力存储技术的公司，英国绿色工程初创公司 Gravitricity 也是其中一员。去年 4 月，Gravitricity 成功试验了其首个重力存储技术项目。Gravitricity 高级测试和模拟工程师 Jill Macpherson 表示，这个试验项目产生了 250 千瓦的瞬时功率，可以短暂维持约 750 户家庭的用电需求。“这个系统可以很容易地更换单个组件，拥有长达数十年的使用寿命。”

目前，Gravitricity 正研究在英国、东欧、南非、智利等国家的废弃矿井中应用此类重力储能项目。这些矿井的深度可以容纳一个全尺寸的重力装置，该装置可以向下延伸至少 300 米。

国际能源工程类学术期刊《能源》的最新研究指出，国际应用系统分析研究所（IIASA）的研究团队正在通过重力存储技术将摩天大楼变身巨型电池的前景，以利用电梯和高层建筑的垂直高度来储存和释放能量。

高层建筑都配备电梯，可以直接利用这些电梯而无需额外投资或占用空间，即可充分发挥重力存储技术带来的潜在能量释放。IIASA 表示，储能潜力与建筑高度成正比，像迪拜哈利法塔这样的摩天大楼估计重力储能潜力高达 0.9 万千瓦时 - 9 万千瓦时，美国所有高层建筑的总储能潜力可能高达 0.65 万千瓦时 - 6.5 万千瓦时，中国则高达 0.73 吉瓦时 - 7.3 吉瓦时。

IIASA 估计，全球现有高层建筑可以转化为 30 吉瓦时 - 300 吉瓦时的储能，以目前的用电水平计算，上限能量足以维持美国纽约市 1 个月的电力需求。IIASA 研究员 Behnam Zakeri 表示：“在未来很大一部分电力来自可再生能源的情况下，像重力存储这样环保且灵活的储能技术将变得越来越有价值。”

“能量电梯”和“能量仓库”的结合

重力储能与抽水蓄能原理类似，但对站址没有特殊要求，能量变换环节减少，因此效率更高、成本更低。与电化学储能相比，重力储能可以常温常压下运行，性能稳定的同时，安全性也更高。太阳能、风能等可再生能源的间歇性、即时性推动储能技术快速发展，重力存储技术架构更灵活，不受地理环境限制，成本控制和环境效益方面颇具优势。

Robert Piconi 表示：“重力储能就像是一个‘能量电梯’和‘能量仓库’的结合。当可再生能源电力进入时，系统会上升，当需要电力供应时，系统就会下降。”他坦言，重力存储技术还处于“雏形”阶段，百万千瓦级的商业项目效益还有待进一步验证，但在可预见的未来，这一技术可以为储能行业的发展带来不可估量的助推力。

油价网指出，重力存储技术目前市场规模很小，因为投资回报未知、商业案例较少，但随着全球能源需求持续攀升，能够实现爆发式增长。

能源咨询公司 Guidehouse Insights 预计，到 2024 年 - 2025 年，亚太地区将超过北美成为全球最大公用事业规模储能市场，累计储能装机规模将达 71.4 吉瓦。2021 年 - 2030 年间，全球公用事业规模储能市场的年均复合增长率为 25%，到 2030 年储能装机规模将超过 30 吉瓦。在此背景下，重力储能这一突破性的创新技术大有可为。（王林）

三、碳达峰、碳中和

国家能源集团电科院

牵头打造国内首个省级“双碳”平台项目

中国能源报 2022.6.6

本报讯 5 月 30 日，国家能源集团电科院所属环保院牵头申报的“江苏省固定污染源碳排放核算与监测技术公共服务平台建设”项目顺利完成公示，成功获得 2022 年度江苏省碳达峰碳中和科技创新专项资金支持，这也是国内首个省级重大创新载体“双碳”平台项目。

环保院作为生态环境部及各省生态环境厅在电力环保领域的高端智库，自 1990 年起，深度参与多项碳排放相关国家重点科技攻关项目及国家发展改革委、生态环境部组织的温室气体减排相关政策、技术课题研究，在碳排放管理领域拥有专业人才和技术优势。此次平台项目建设，由该院牵头，联合江苏省内“双碳”领域权威机构东南大学、江苏省生态环境厅下属的监测中心和监控中心等 5 家单位共同研发。由国家环境保护大气物理模拟与污染控制重点实验室主任、俄罗斯自然科学院外籍院士朱法华任项目负责人。平台紧紧围绕碳排放核算、碳排放监测、碳排放模型、碳排放平台、碳减排技术及碳减排规划等六个方面创新需求，通过跨学科交叉、跨领域融合、多主体协同，在为各类企业做好碳排放核算与监测等服务的基础上，可从宏观层面把握江苏省重点行业及领域固定污染源的碳排放情况，并从战略角度为分领域分行业推进节能减碳进程、服务于后续集团碳交易提供决策依据。平台建设总投资约 6000 多万元。

环保院将充分发挥自身优势先行先试，在将“双碳”平台尽快打造成为国内示范标杆的同时，也为其他省份和发电集团提供可复制可推广可借鉴的成熟经验。（左漪）

完善绿色低碳技术体系、创新路径 为碳达峰碳中和提供有效支撑

科技日报 2022.6.13

习近平总书记在中共中央政治局第三十六次集体学习时强调，实现碳达峰碳中和，是贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的内在要求，是党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策。会议将“加快绿色低碳科技革命、完善绿色低碳政策体系”等作为重点工作，进行了系统部署。当前应充分认识绿色低碳技术发展的重要性，系统谋划构建绿色低碳技术发展体系和创新路径，为支撑碳达峰碳中和提供有力保障。

我国绿色低碳技术发展面临的主要挑战

“十四五”是我国实现碳达峰的关键期、窗口期，随着“双碳”战略向纵深推进，新形势下任务的紧迫性和艰巨性不断增加，但目前绿色低碳技术体系化发展仍面临一些挑战。

首先，绿色低碳技术发展的理论需进一步完善。2021年《中共中央国务院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》《2030年前碳达峰行动方案》等重要文件陆续发布，都明确提出“加快绿色低碳科技革命”，未来需继续丰富其理论内涵，从而有效推动绿色低碳科技革命。

其次，绿色低碳技术构建思路需要明确。随着“双碳”研究热度高涨，绿色低碳技术的范畴迅速扩大，如何正确理解绿色低碳技术，仍缺乏统一认识；国际能源署报告显示在碳中和阶段将有大量新技术出现，统筹现有绿色低碳技术与未来技术发展的思路急需建立。

再次，绿色低碳技术创新路径需要完善。由于科技支撑碳达峰碳中和的相关方案尚未出台，绿色低碳技术创新的顶层设计还需进一步加强；“双碳”目标下，企业、高校、科研院所等主体的创新定位仍不清晰，尚未形成有效合力。

建立绿色低碳技术体系化发展新思路

实现“双碳”目标是一场广泛而深刻的系统性变革，因此需要完善绿色低碳科技革命理论，建立体系化发展新思路。

首先，从绿色低碳技术体系的技术变革、绿色低碳政策体系的体制机制变革、绿色低碳技术创新动力的基础研究变革、绿色低碳技术应用的产业变革等4个方面丰富绿色低碳科技革命理论，通过统筹技术创新、机制变革、基础研究与产业应用，构建长期发展思路。

其次，纵向构建绿色低碳技术体系思路。一是碳排放主要来源行业，以化石能源为主体，以能源、工业为主线，从能源供给端、过程排放端、末端3个方面，构建绿色低碳技术体系。能源供给端涉及能效技术、新能源与化石能源耦合发展技术、新能源替代技术、与能源相关联的“电网、负荷、储能”技术等。过程排放端涉及钢铁行业新技术、化工行业新技术、水泥行业新技术、有色金属行业新技术等。末端主要为碳捕获利用及封存技术（CCUS）。二是碳排放间接来源行业，以交通、建筑和居民生活等领域相关减排技术为主。交通行业涉及道路减排和航空航运减排技术，建筑和居民生活领域主要为零碳建筑体系技术。三是以碳减排赋能技术构建绿色低碳技术体系，“双碳”战略将推动以化石能源和重工业为主的生产结构，向以可再生能源和绿色生产为主转变，人工智能、大数据及新一代信息技术将成为绿色低碳技术体系的重要组成部分。

再次，横向构建绿色低碳技术体系思路。一是碳达峰碳中和视角，碳达峰阶段二氧化碳减排技术将作为绿色低碳技术体系的主要构成，碳中和阶段将包括全部温室气体减排技术。二是应对气候变化视角，短期包括缓解、适应气候变化的相关技术，长期包括气候工程技术等。三是高维度发展视角，制定阶梯式发展规划，将当前技术体系设定为1.0阶段，以2.0、3.0等升级思路实现长远高维发展。

构建完善的绿色低碳技术创新路径

建立完善的绿色低碳技术创新路径，是实现绿色低碳技术不断创新发展和关键核心技术攻关突破的重要保障，要发挥我国多主体创新优势，建立系统化创新路径。

发挥国企优势，使之成为绿色低碳技术体系创新主体。一是利用国企资金优势，推动绿色低碳技术多样化发展，并开展示范工程；二是发挥国企技术、研发中心和工业实验室优势，推动化工、钢铁、水泥等资产密集型行业技术转型；三是利用国企产业规模优势，推动可再生能源、储能和 CCUS 规模应用，降低成本；四是落实国企承担国家战略责任，推动非二氧化碳温室气体减排、碳汇和应对气候变化等具有社会效益的技术创新。

发挥民企优势，使之成为新兴绿色低碳技术创新主体。新兴绿色低碳技术一般规模化较低，大多处于示范阶段或者商业化早期，利用民企在政策灵活性、创新活力、人才聚集等方面的优势，推动相关绿色低碳技术发展，加快创新进程。

建立工业创新平台，推动碳中和和关键技术创新。电气化、CCUS、氢能、生物质能等技术可在能源、工业等多领域部署，并将在碳中和阶段发挥重要作用。利用该类型技术多行业适用的共性特征，建立工业创新平台，通过共享基础设施、试验数据等，打造开发新型路径，促进碳中和关键技术发展。（刘仁厚 王书华）

推动蓝色“碳”索，积蓄绿色能量

中国自然资源报 2022.6.7

在世界海洋日到来之际，让我们进一步提升对海洋、气候和人类活动相互依存关系的认知，探寻人与自然和谐共生的可持续发展之路，实现“绿色生态”与“蓝色经济”的同频共振。

最近，广西掀起了一股蓝色旋风。自然资源部批复同意支持广西先行先试，探索开展三大蓝碳生态系统的碳储量调查及碳汇核算、建立蓝碳交易服务平台、开展蓝碳交易等，进一步推动海洋生态产品价值的实现。

蓝碳是什么？简单来说，蓝碳就是海洋生态系统吸收和固定的碳，是相对于陆地生态系统固定的绿碳而言的。海草床、红树林、盐沼，被认为是三个重要的海岸带蓝碳生态系统，而我国是世界上少数几个同时拥有这三大蓝碳生态系统的国家之一。

别看蓝碳“身板”小，它的能量可不小。研究显示，海洋在固碳方面具有无可替代的重要地位。海洋储存了地球上约 93% 的二氧化碳，且每年可以清除 30% 以上排放到大气中的二氧化碳，是地球上最大的碳库。可以说，促进海洋碳汇发展、开发海洋负排放潜力是实现“双碳”目标的重要路径。

近年来，我国设立了北京环境交易所、上海环境能源交易所以及天津、深圳、广州、湖北、重庆等碳排放权交易所（中心）。但由于我国蓝碳市场建设正处于试点阶段，缺乏相关的实践经验，加之现有研究成果尚不足以为蓝碳交易机制的构建提供较为全面的理论指导，

我国的蓝碳交易实施机制还尚未形成体系且配套不足，制约着我国蓝碳市场建设。

蓝碳要交易，保护好红树林、盐沼和海草床三大蓝碳生态系统是基础。近年来，随着我国海岸带开发活动增加，蓝碳生态系统频繁遭到破坏。这将导致封存于植物和土壤中的二氧化碳释放到空气中，增加温室气体的总量。对此，我们应及时吸取教训，大力推进海岸带修复和绿色海堤建设，构筑蓝碳发展的生态屏障，进一步释放蓝碳资源的巨大潜力，有效增加蓝色碳汇。

蓝碳要交易，核算清蓝碳的储量和价值是关键。目前，我国蓝碳的监测与核算尚处在瓶颈期，相关制度和技术条件尚不完善，数据基础也较为薄弱。当务之急，是从全国蓝碳生态系统分布和碳库调查入手，开展蓝碳综合调查与评估，建立全国蓝碳基础数据库。同时，在研发蓝碳储量调查、监测评估和蓝碳减缓与适应气候变化系列标准的基础上，建立蓝碳调查评估和监测方法，查明蓝碳全生命周期和物质循环全过程的价值实现途径。

蓝碳要交易，清晰的产权归属与范围界定不可少。但当前，我国蓝碳产权不清、边界不明使得许多蓝碳交易活动难以顺利进行。我国《海洋环境保护法》和《海域使用管理法》虽然对海洋资源的所有权和使用权进行了规定，但并未对蓝碳权属进行明确规定。在蓝碳产权流转层面，除了买卖交易之外，能否对其行使抵押、质押等权利亦值得深究。只有明确蓝碳相关权利的法律属性、划清公私利益分配比例以及责任承担方式，以“资源利用”促进“生态保护”，才能帮助我们构建科学合理的蓝碳交易体系，从而更好地利用蓝碳资源。

海洋，是生命最初的摇篮。人类珍视海洋及其所处的自然生态系统，就是在着眼自身的未来。在世界海洋日到来之际，让我们进一步提升对海洋、气候和人类活动相互依存关系的认知，探寻人与自然和谐共生的可持续发展之路，实现“绿色生态”与“蓝色经济”的同频共振。（焦思颖）

财政部印发《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》

构建促进绿色低碳发展的财税政策体系

中国电力报 2022.6.7

本报讯（记者 王若曦）报道 5月30日，财政部印发《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》（以下简称《意见》）。《意见》作为构建碳达峰碳中和“1+N”政策体系其中一项，是碳达峰碳中和的重要保障方案。

《意见》对于财政支持做好碳达峰碳中和工作提出主要目标：到2025年，财政政策工具不断丰富，有利于绿色低碳发展的财税政策框架初步建立，有力支持各地区各行业加快绿色低碳转型。2030年前，有利于绿色低碳发展的财税政策体系基本形成，促进绿色低碳发展的长效机制逐步建立，推动碳达峰目标顺利实现。2060年前，财政支持绿色低碳发展政策体系成熟健全，推动碳中和目标顺利实现。

《意见》提出，重点支持构建清洁低碳安全高效的能源体系、重点行业领域绿色低碳转

型、绿色低碳科技创新和基础能力建设、绿色低碳生活和资源节约利用、碳汇能力巩固提升、完善绿色低碳市场体系等六大方面。

财政部有关负责人表示，在支持科技创新方面，一是通过支持组织实施中央财政科技计划（专项、基金等），对绿色低碳发展相关科研活动予以支持，如“十三五”期间支持实施国家重点研发计划“煤炭清洁高效利用和新型节能技术”“可再生能源与氢能技术”“新能源汽车”“绿色建筑及建筑工业化”“核安全与先进核能技术”等重点专项，提升支撑绿色低碳发展的科技创新能力。二是对绿色低碳发展领域相关中央级科研院所、国家重点实验室给予稳定支持，支持其改善科研基础条件，自主开展研究等，相关单位可围绕国家战略部署及行业部门要求，自主开展绿色低碳发展相关研究。

该负责人补充，在支持基础能力建设方面，主要是通过相关部门预算支持有关部门加强环境质量监测、环境监察执法、自然资源管理、自然生态保护等重点工作，强化碳排放统计核算和监管体系建设，开展碳监测评估试点、碳排放统计核算与分析，同时强化碳达峰碳中和基础理论、基础方法、实现路径等研究。

多重挑战下的中国低碳转型之路

——国合会 2022 年年会论坛综述

中国环境报 2022.6.16

弹指一挥，中国环境与发展国际合作委员会（以下简称国合会）已走过 30 个年头。

30 年间，国合会围绕中国和全球环境与发展领域重大问题开展研究、提出政策建议，成为中国生态环境保护发生历史性、转折性、全局性变化的重要见证。

后疫情时代，全球经济艰难复苏，且面临气候变化、生物多样性丧失、荒漠化加剧等严峻挑战。国合会 2022 年年会以“构建包容性绿色低碳经济”为主题，围绕绿色丝绸之路建设、气候治理中多重目标推进等议题举办分论坛，探索中国实现高质量发展、推动全球可持续发展的有效路径。

经济增长、能源安全与应对气候变化协同推进

联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）的一份最新报告显示，气候变化对人类生态和经济的影响正在不断升级，全球亟须向绿色低碳转型以应对气候危机。然而与气候变化相伴的，是新冠肺炎疫情反复，国际局势动荡，导致全球面临能源供应紧张，通胀高起，产业链、供应链紊乱。

复杂的国际社会形势下，国合会特邀顾问、能源基金会首席执行官兼中国区总裁邹骥认为，现阶段稳增长是最重要的、最可控的、最能奏效的推动力，需要把短期的稳增长、稳就业目标和长期的绿色低碳发展目标衔接起来。“气候治理的进程并不能中止，气候变化、经济下行、能源安全三者并不矛盾，重合点在于能源转型。”邹骥说。

国合会副主席、中国气候变化事务特使解振华同样持这一观点。他认为，目前需要保持

绿色低碳发展的战略定力，以科技创新驱动加速绿色转型，在大系统当中解决暂时的困难和长期的目标问题，而发展清洁能源便是保障能源安全、减缓气候变化、促进经济复苏的多得之举。

“随着技术的进步，风能、太阳能地热能等可再生能源的经济性、可靠性和可获得性也不断提高，可以日益满足保障能源安全的需求。此外，可再生能源投资附带的就业效应也通常高于传统的能源。”解振华指出。

那么中国的能源转型应当如何找准方向？“存量可以理解为现有的传统能源已经占有一定的比例，要保持它的稳定。但在增量这一块，还需要进一步激发新能源的潜力。”国合会中方首席顾问、全国政协经济委员会副主任刘世锦认为，要把握存量、增量的关系。稳定预期满足经济增长需要，同时也应推动技术创新，实现能源结构和生产方式绿色化转型。

中国工程院院士、中国工程院原副院长杜祥琬认为，“双碳”目标使得中国能源更安全：“从清洁高效利用化石能源逐步转向非化石能源，特别是可再生能源，而可再生能源的利用不受国际地缘政治影响，是自己可以掌控的，这使得中国能源更独立、更安全。”

让“一带一路”的底色更绿

尽管能源绿色低碳发展已经成为全球共识，但在当前能源转型、能源安全、能源可及等问题相互交织、相互影响的复杂形势下，国际社会的紧密合作、共同应对变得尤为重要。

气候工作基金会董事会主席、美国进步中心创始人及董事会主席波德斯塔表示，世界各国必须将平等、共享、合作作为前行的“扶手”。在这样的前提下，国际社会才能进一步促进创新，提升透明度。摒弃纷争和分歧，以实现气候目标为导向加强合作，而“一带一路”倡议为这种国际合作提供了可能。

“‘一带一路’倡议是一个非常具有想象力的倡议，它帮助各个国家投资基础设施。目前来看，过去的、陈旧的经济投资是不合理的，我们应该转向明天的、未来的经济，而‘一带一路’倡议能够帮助到这种转型。”国合会委员、联盟联合主席、贝索斯地球基金总裁兼首席执行官斯蒂尔说。

事实上，在全球碳中和趋势下，推动“一带一路”能源绿色低碳发展，对于共建国家应对气候危机和实现可持续发展具有重要的战略价值和现实意义。国合会专题政策研究项目副组长、“一带一路”绿色发展国际研究院执行院长张建宇表示，从绿色“一带一路”发展角度来看，各个国家之间有关能源转型、清洁能源技术等方面的合作不是单向的，而是一个共同创造的过程。

“实际上‘一带一路’国家面对自身不同需求、不同基础设施和未来发展愿景之间的矛盾，恰恰可以和中国的产业结构、产业能力进行合作，创造出以创新为导向的新型能源供应技术模式和方式。”张建宇说。

此外，中金研究院董事总经理、“一带一路”研究中心负责人吴慧敏认为，在工业化、城市化不断推进的过程中，绿色金融不仅成为支持绿色转型的重要工具，也为助力“一带

一路”国家疫后复苏提供了方案和思路。

NbS 主流化的努力

在联合国《生物多样性公约》缔约方大会第十五次会议上，“基于自然的解决方案”（Nature – based Solutions, NbS）被列入《昆明宣言》。近年来，NbS 逐渐为国际社会广泛认同，成为应对气候变化、防灾减灾、经济与社会发展等一系列社会挑战的重要途径。

“气候变化是生物多样性丧失的重要驱动因素，而生物多样性的破坏削弱自然减缓气候变化、降低极端气候影响的能力。这种双重关系下，任何不顾及生物多样性的气候行动，在应对一种危机的同时，也有可能将人类社会置于另一危机之中。”自然资源保护协会（NRDC）中国区主任张洁清认为，NbS 能够有效解决气候和生物多样性双重危机，中国气候行动中 NbS 的主流化具有重要意义。

NbS 能够在应对全球挑战方面提供解决方案，尤其是在应对生物多样性和气候变化方面的挑战。但是要想使 NbS 主流化，需要有合适的评估方法对生态经济效益进行评估。

国合会基于自然的解决方案价值评估专题研究中方组长、中国科学院生态环境研究中心主任欧阳志云指出，中国近些年广泛开展生态系统生产总值（GEP）指标的实践，其在生态系统与服务的功能量基础上，核算生态系统产品与服务总经济价值，目前 GEP 核算已经在贵州、青海、海南、内蒙古等地开展试点。

“生态系统服务功能评价将成为人类对自然与生态系统的认识成果应用于经济决策的桥梁。”欧阳志云认为，实现人与自然和谐共处，协调保护与发展的关系，亟须回答几个关键问题：哪里必须保护，如何实现保护与发展的双赢，如何评价发展和保护成效，而这些问题正是生态系统服务功能评价所能够回答的。

此外，NbS 仍需要通过大量实践，检验其在处理各种社会挑战方面的有效性，并依据特定的标准开展效益评估，体现回报效果，以提高人们对 NbS 的认可度。

北京正和恒基滨水生态环境治理股份有限公司副总裁邢磊介绍，正和生态作为设计方之一，将 NbS 理念引入环洱海流域湖滨缓冲带生态修复与湿地建设项目中，基于 NbS 构建了系统的流域治理体系，使洱海逐步恢复到韧性、健康、可持续的自然状态。（温笑寒）

数字化 + 绿色低碳助新型电力系统双转型

中国电力报科技装备 2022.6.16

在能源、环境挑战日益严峻的今天，新型电力系统承载着能源转型的历史使命。随着能源革命进程加快推进，供给侧低碳新能源将大比例增加，需求侧则面临电气化的快速提升。这些转变同时也为电网带来了巨大的转型挑战，需要让电网转型为更加灵活、更有弹性的新形态。

要实现这些转型，关键在于两个方面的能力提升，施耐德称之为“Digital + Green”，即数字化和绿色低碳的结合。一方面，需要提升数字化在整个电力系统中的渗透率，依托数

数字化技术带来的智慧价值，形成以数据为核心的生产要素，推进能量流和信息流的深度融合，推动在电力系统的各个组成部分、各个场景实现数字化转型；另一方面，则应不断采用更加绿色低碳的技术进行迭代和升级，持续推进电网侧和用电侧的低碳化革新。

技术特征和运营模式“双转型”

在转型过程中，确保能源电力安全是基础。在高比例可再生能源接入与高比例电力电子设备应用的“双高”情况下，保持并提升电力系统的安全可靠性和弹性尤其重要。此外，加快建设新型电力系统，完善适应可再生能源局域深度利用，加强区域间的电网安全可靠运行，从局域到广域提升电网新能源消纳和资源配置能力，是实现能源绿色低碳转型的关键。以新型电力系统为基础，建设源网荷储一体化、多能互补的绿色、智能电力系统，全面提升弹性、灵活性和互联互通等关键能力。

落实到技术特征上，新型电力系统需要更强的包含交直、直直混合电网在内的仿真和预测能力，以适应源网荷储协同互动的非完全实时平衡模式；运营模式上，新型电力系统不仅需要满足新能源特别是分布式新能源大量接入，而且需要满足柔性、生产与消费兼具型负荷大量接入，因此需要探索建立区域综合能源利用机制，充分利用峰谷差电价等市场化因素，促进能源“产消者”等更多主体共同参与到新型电力系统的建设和运营。

数字化技术是“双转型”的核心驱动力

面对这样的“双转型”，数字化正是推动电力系统实现“质变”的核心驱动力。一方面，应对技术层面的转变要求，数字化技术可以基于大数据提升电网的实时性能，通过更加精准、智能的动态预测和调度，优化电力系统的效率和效能。

例如，施耐德电气在电网侧拥有以电力系统建模和仿真的领先软件平台 ETAP 为代表的数字孪生解决方案。ETAP 以模型为驱动的高级功能，包括配电状态估计、故障定位、隔离和供电恢复、数据趋势分析、智能减载、负荷预测、开关优化及开关序列管理等功能，能够为电网从设计阶段到运维阶段提供丰富的建模、规划、实时仿真分析等一系列解决方案。尤其是在新能源相关的应用当中，ETAP 仿真分析软件还可以提供馈线承载力分析、分布式能源资源的配网潮流和电能质量等监测功能，进一步支持了对清洁能源的普及应用。

另一方面，应对运营模式的转变要求，数字化技术则可以贯穿电力系统，提供完整端到端生命周期以及远程服务，优化供给侧到需求侧的效率提升。在解决方案层面，则意味着基于数字化平台提供更全面丰富、更适应新型电力系统运行模式和商业模式的工具和应用。

施耐德电气提供的分布式能源管理和微电网解决方案，能够为更多在用电侧的工厂、园区、社区及充电基础设施提供强力的支撑，对分布式清洁能源、微网和储能进行规划、应用和管理，助其在电力系统中的角色从单纯的“用能者”转变为“产消者”，并获取更多的经济效益。目前，已经有越来越多的能源“产消者”开始应用 EcoStruxure™: Microgrid Advisor 微网能源顾问实现分布式清洁能源的高效利用，从而提升新能源渗透率，节约用能成本。

数字化 + 绿色低碳助推新型电力系统“质变”

未来，施耐德电气将以“Digital + Green”作为强有力的“组合拳”，依托丰富的产品和解决方案，切实为新型电力系统赋能，并推动电网侧和用电侧实现数字化、低碳化转型。

首先着眼于全生命周期的低碳“智”造。施耐德电气全新一代无六氟化硫 AirSeT 系列中压开关设备，在设计之初就秉持以干燥空气代替六氟化硫这类温室气体的低碳理念；在生产阶段，施耐德电气打造了业界领先的“碳中和工厂”，降低了设备制造过程中的碳足迹。产品从设计、生产制造、应用到回收的整个生命周期，都传递出低碳的价值。

“Digital + Green”的理念还体现在更多的智能化和自动化流程，以及“软件定义硬件”的趋势。今后，依托远程运维、自动监测、自诊断等功能的智能化操作流程将成为中压电力设备的“标配”，大大解放用户的时间和效率。例如，施耐德电气应用于河北雄安新区的数字化+无六氟化硫中压开关设备的软硬件解决方案，就兼具了高品质设备、数字赋能、主动运维、软硬件一体化等先进特征。（徐韶峰）

让综合能源系统助力实现“双碳”目标

中国能源报 2022.6.20

本报讯（记者杨晓冉）报道：6月14日，在“开展综合能源系统仿真平台与示范工程建设，推动‘3060’双碳目标实现”线上研讨会上，中国能源研究会能源互联网中心主任曾鸣指出，综合能源系统是能整合区域内多种能源，实现多种异质能源子系统之间的协调规划和互补互济，从而促进能源可持续发展的新型一体化的能源系统，将从供给、运行、消费等环节助力“双碳”目标的实现。

“‘双碳’目标的实现包含两个方面，首先是控制和缩减化石能源消费量、增加可再生能源发电比例、提升整体能效水平；其次是实现‘两高三低’目标，即整体用能效率提高、供能可靠性提高、整体用能成本降低、碳排放降低和其他污染物排放降低。”曾鸣指出，要“横向多能互补，纵向源网荷储协调”建设综合能源系统，发展综合能源服务，以破解能源“不可能三角”。

综合能源系统具体如何助力实现“双碳”目标？从供给侧看，推动城市级、区域级、园区级等不同规模的综合能源系统建设，可以推动大网、微能网及分布式等各级能源网络协调互联互通，整合风、光、水、天然气、煤炭等多类型能源资源，为集中式和分布式能源有序接入提供重要支撑，有效提升可再生能源在生产端的占比，降低能源生产过程中的碳排放。

从运行方面看，综合能源系统可以有效打破异质能系统在技术、体制机制等方面的壁垒。通过多元储能设备、能源转换设备等应用，发挥异质能之间的联动特性，提升系统在时间和空间维度开展大尺度、大范围优化配置的能力，有效提升能源系统的弹性，为可再生能源出力追踪、波动性平抑等提供重要支撑，保障可再生能源的安全高效消纳，降低系统的碳排放。

在消费侧，综合能源系统可推动业态与消费模式创新，催生虚拟电厂、共享储能等多元化市场主体，发掘需求侧资源参与调峰调频辅助服务市场交易、购买绿色电力与绿证、开展节能技改等多样化需求。充分发挥和调动需求侧消纳可再生能源的潜力与积极性，提升可再生能源在消费端的结构占比，降低能源消费过程中的碳排放。

针对综合能源系统优化的问题，曾鸣认为，要考虑系统平衡约束、容量约束、机组爬坡约束等基础约束条件，建立基于“源-网-荷-储”协调的综合能源系统规划优化模型，实现对规划方案的综合优选、决策，解决多种能源互补、多能源耦合传输，多元负荷响应及转化和多种储能技术条件下综合能源系统规划问题。

“综合能源系统效益评价，要考虑其物理效益、经济效益、环境效益及安全效益，涵盖分布式能源、中低压配电网、天然气网络、供热系统、供冷系统、储能等系统，结合社会用能对环境的影响和用户用能体验，建立‘3E+S’的综合能源系统综合效益评价模型。”曾鸣说。据了解，“3E”是指能源子系统、经济子系统、环境子系统，“S”指的是能源系统的安全性。能源系统、经济系统、环境系统相互作用、相互关联，而安全性是能源系统的基石。

在综合能源系统市场交易方面，会议提出，要考虑我国传统能源市场的交易机制和监管要求，分析各类型能源在统一能源市场下交易的可能性，提出面向区域综合能源系统的中长期、日前、现货等市场交易框架机制。

协同推进减污降碳 助力实现美丽中国建设和“双碳”目标

中国环境报 2022.6.21

“十四五”时期，我国生态文明建设进入了以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效、促进经济社会发展全面绿色转型、实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期。为贯彻落实党中央、国务院关于协同推进减污降碳的部署要求，近日，生态环境部等7部门联合印发《减污降碳协同增效实施方案》（以下简称《方案》），作为碳达峰、碳中和“1+N”政策体系重要文件之一，对推动减污降碳协同增效进行系统谋划，明确目标任务和实施机制，为2030年前协同推进减污降碳工作提供行动指引。

一、深刻认识减污降碳一体谋划的重要意义

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央以前所未有的力度抓生态文明建设，推动我国生态环境保护取得历史性成就，生态环境质量持续改善，碳排放强度显著降低。2021年，全国地级及以上城市空气质量优良天数比率达到87.5%，较2015年提高6.3个百分点；细颗粒物（PM_{2.5}）年均浓度降至30微克/立方米，较2015年下降34.8%，蓝天白云、繁星闪烁渐成常态。全国地表水国控断面水质优良断面比例较2015年升高18.9个百分点，劣V类断面比例下降8.5个百分点，清水绿岸、鱼翔浅底景象不断增多。截至2020年底，中国碳排放强度较2005年降低48.4%，非化石能源占能源消费的比重达到15.9%，煤炭占能

源消费的比重由 2005 年的 72.4% 下降至 56.8%。新能源汽车生产和销售规模连续 6 年位居全球第一。

在美丽中国建设迈出重大步伐、绿色低碳发展取得显著进展的同时，我们要看到，我国生态环境保护结构性、根源性、趋势性压力尚未根本缓解，保护与发展长期矛盾仍然存在。2021 年全国地级及以上城市中仍有四成左右空气质量未达标，PM_{2.5} 平均浓度较世界卫生组织准则值高出 6 倍；海河、黄河、辽河流域水资源开发利用率远超 40% 的国际公认警戒线；单位 GDP 能耗、单位 GDP 用水量均为中等发达国家两倍以上。力争 2030 年前实现二氧化碳排放达峰、2035 年基本实现美丽中国建设目标时间紧、任务重，面临艰巨挑战。

环境污染物与温室气体排放具有高度同根、同源、同过程特性和排放时空一致性特征，化石能源消费、工业生产、交通运输、居民生活等均是环境污染物与温室气体排放的主要来源，这意味着减污和降碳具有一致的控制对象，两项工作在很大程度上可以协同推进。面对环境质量改善与温室气体减排的双重压力与迫切需求，《方案》锚定美丽中国建设和实现“双碳”目标，统筹大气、水、土壤、固体废物、温室气体等多领域减排要求，在科学把握污染防治和气候治理整体性的基础上，以碳达峰行动进一步深化环境治理，以环境治理助推高质量达峰，提升减污降碳综合效能，实现环境效益、气候效益、经济效益多赢。

二、加快构建减污降碳一体推进的任务体系

实现减污降碳协同增效，要点是突出源头治理、系统治理、综合治理，手段是强化减污降碳的目标协同、区域协同、领域协同、任务协同、政策协同、监管协同，途径是通过减污和降碳两个领域工作的深度耦合和同频共振，实现提质增效。

一是强化源头防控，加快形成有利于减污降碳的产业结构、生产体系和消费模式。我国生态环境问题根本上是高碳能源结构和高耗能、高碳产业结构问题，以重化工为主的产业结构、以煤为主的能源结构、以柴油货车为主的交通运输结构是造成我国大气环境污染和碳排放强度较高的主要原因。《方案》把实施结构调整和绿色升级作为减污降碳的根本途径，要求大力支持电炉短流程工艺发展，水泥行业加快原燃料替代，石化行业加快推动减油增化，铝行业提高再生铝比例，加快再生有色金属产业发展。推动能源供给体系清洁化低碳化和终端能源消费电气化，严格合理控制煤炭消费增长，重点削减散煤等非电用煤。加快推进“公转铁”“公转水”，提高铁路、水运在综合运输中的承运比例。加快形成绿色生活方式，扩大绿色低碳产品供给和消费，推进构建统一的绿色产品认证和标识体系。

二是突出空间协同，更好发挥降碳行动对生态环境质量改善的综合效益。环境污染物与二氧化碳排放具有高度类似的空间聚集特征。空间分析结果表明，全国碳排放量排名前 5% 的网格，合计贡献了全国二氧化碳排放总量的 68%，同时贡献了 NO_x 排放总量的 60%、一次 PM_{2.5} 排放总量的 46% 和 VOCs 排放总量的 57%，大气污染严重区域与二氧化碳排放重点区域高度重叠。为此，在充分考虑碳排放气候影响均质性和污染排放空间异质性的特征基础上，《方案》提出要强化生态环境分区管控，增强区域环境质量改善目标对能源和产业布

局的引导作用，要求污染严重地区加大结构调整和布局优化力度，加快推动重点区域、重点流域落后和过剩产能退出；研究建立以区域环境质量改善和碳达峰目标为导向的产业准入及退出清单制度；到2030年，大气污染防治重点区域新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售量的50%左右。通过加强空间协同调控，在落实全国降碳任务的同时，有效提升区域减排效益和环境改善效果。

三是加强技术优化，增强污染防治与气候治理的协调性。统筹水、气、土、固废等环境要素治理和温室气体减排要求，优化治理目标、治理工艺和技术路线，强化多污染物与温室气体协同控制。在大气污染防治方面，强调一体推进重点行业大气污染深度治理与节能降碳行动，探索开展大气污染物与温室气体排放协同控制改造提升工程试点。在水污染防治方面，大力推进污水资源化利用，构建区域再生水循环利用体系；推进污水处理厂节能降耗及热能利用技术。在土壤污染防治方面，优化土壤污染风险管控和修复技术路线，推动污染地块植树造林增汇，因地制宜规划建设新能源项目。在固废污染防治方面，强化资源循环利用，减少有机垃圾填埋，加强生活垃圾填埋场垃圾渗滤液、恶臭和温室气体协同控制。

四是注重政策创新，形成减污降碳激励约束机制。充分利用现有较为完善的生态环境制度体系优势，加强减污和降碳工作在法规标准、管理制度、市场机制等方面的统筹融合。推动将协同控制温室气体排放纳入生态环境相关法律法规，制修订相关排放标准，强化非二氧化碳温室气体管控，制定污染物与温室气体排放协同控制可行技术指南、监测技术指南。坚持政府和市场两手发力，研究探索统筹排污许可和碳排放管理，推动污染物和碳排放量大的企业开展环境信息依法披露，充分运用经济政策和市场化手段促进经济社会发展全面绿色转型。

三、着力打造减污降碳一体实施的行动模式

“合抱之木，生于毫末；九层之台，起于垒土；千里之行，始于足下”。减污降碳协同治理工作只有落地才能增效，推动减污降碳协同落地见效，需要在多层次、多领域推动试点的基础上，科学评价相关成效，加强基础能力建设，由点及面在全社会形成减污降碳高效协同的工作格局。

一是开展多维度的减污降碳协同创新试点示范。充分考虑重点区域、城市、园区、企业的发展水平、资源禀赋、控排潜力，开展减污降碳协同创新，形成各具特色的典型做法和有效模式。区域层面加强结构调整、技术创新和体制机制创新，探索减污降碳协同增效的有效模式。城市层面探索不同类型城市减污降碳推进机制。产业园区层面探索资源能源集约节约高效循环利用的机制和方法，提高废物综合利用水平。企业层面探索实现多种污染物与温室气体协同减排的先进技术，并探索打造“双近零”排放标杆企业。通过定期开展跟踪评估，形成一批可推广、可复制的典型经验和案例。

二是构建减污降碳协同度评价体系。《方案》首次在文件中提出协同度概念，要求开展重点城市、产业园区、重点企业减污降碳协同度评价研究，并明确“到2025年，减污降碳

协同度有效提升”的工作目标。通过建立协同度评价体系，有效发现在减污降碳工作中存在的薄弱领域和主要问题，找到潜在的不协同和不够协同的领域，为及时调整优化工作重点和推进策略提供参考依据；同时，通过统一基线的评价工作，在时间尺度上反映减污降碳工作的持续性进展，便于横向之间进行比较，进而为梳理总结特色工作和推广先进经验提供基础。

三是提升减污降碳协同治理基础能力。《方案》提出要重点加强技术研发应用，强化经济政策，提升基础能力。科技创新是推动减污降碳协同增效的核心驱动力，围绕能源、电力、工业、交通、建筑以及生态碳汇等领域的减污降碳技术发展需要，加强科技落地和难点问题攻关。经济政策是落实《方案》的重要保障，推进气候投融资试点，推动实施有利于企业绿色低碳发展的价格、财税、金融政策，引导经济绿色低碳转型。基础能力是提升减污降碳协同能力的根本支撑，拓展完善天地一体监测网络，健全排放源统计调查、核算核查、监管等制度，研究建立固定源污染物与碳排放核查协同管理制度，实行一体化监管执法。（王金南 严刚 雷宇）

低碳能源政策将成为遏制臭氧污染的新武器

中国环境报 2022.6.20

“十三五”期间，持续深入的大气污染防治行动实现了全国PM_{2.5}年均浓度在2020年首次达标，并在2021年进一步降至30微克/立方米。然而，近地面臭氧污染却呈现加重趋势，臭氧超标区域和超标频次均令人关注。

2020年，全国337个城市中，有30%的城市臭氧超标，以臭氧为首要污染物的超标天数占总超标天数的比例上升至37.1%。今年以来，各地臭氧污染防治形势严峻，如四川省成都市于3月15日即启动臭氧重污染天气黄色预警。因此，说清臭氧污染来源及变化成因，并加以有针对性的控制，是当前持续治理大气污染和有效保护公众健康的重中之重。

化石能源的生产与消费对臭氧的浓度贡献约占4/5，高于对PM_{2.5}浓度的贡献

大气中的氮氧化物（NO_x）和挥发性有机物（VOCs），在光照条件下引发了OH自由基化学反应并生成臭氧和PM_{2.5}，因此NO_x和VOCs是两者共同的前体物。其中，NO_x主要源自工业、交通和电厂，VOCs主要源自溶剂使用以及工业、交通、居民源等人为源排放，以及植被等天然源排放等。根据《2020年中国生态环境统计年报》，2020年，全国55.6%的NO_x排放来自移动源，工业源排放位居第二，占比41%；VOCs排放中，工业源、移动源和生活源的贡献分别达35.6%、34.5%和29.9%。

与此同时，分析不同能源在生产供应与消费过程中对臭氧和PM_{2.5}的综合贡献，可以看到，化石能源的生产和消费对我国PM_{2.5}浓度的贡献约占2/3，但却占到臭氧浓度贡献的4/5以上。其中，燃煤的开采、电力和钢铁生产以及散煤排放对PM_{2.5}浓度贡献最大（约50%），而石油开采、炼制以及各种交通运输设施的燃油燃烧对臭氧浓度贡献最大（约

47%)。因此，推动能源结构转型升级，增加非化石能源消费比重，加大污染物末端控制及精细化管控力度，才能有效控制并降低 NO_x 和 VOCs 的排放。

还要注意的，臭氧作为短寿命温室气体，与气候变化互为因果、循环恶化。臭氧形成的光化学反应过程受温度、湿度、辐射及边界层高度等气象因素影响，其浓度高值往往出现在夏秋季气温偏高、风速小、云量少的午后时段。近年来气候变化造成全球气温屡创新高，也进一步驱动了臭氧的生成。与此同时，臭氧也是一种温室气体，尽管在大气中停留时间较短，但臭氧及其前体物具有较高增温潜势（GWP），会对短期气候带来显著影响。

以低碳能源政策为重点，设计臭氧、PM_{2.5}、温室气体协同控制路径

制定以低碳能源政策为重点的大气污染物和温室气体协同治理战略。构建不同尺度协同排放清单，分析各行业影响贡献和减排潜力，结合国家减污降碳要求，明确煤炭、石油消费总量控制要求，大力发展风光地热等可再生能源，推进能源生产结构和工业、交通及建筑用能消费结构转型。

划定臭氧污染联防联控区，实现臭氧区域协同治理。臭氧污染具有较强的区域输送特点，应首先识别臭氧超标区范围，根据臭氧时间空间分布特征和传输路径，划定臭氧污染联防联控区，建立区域臭氧污染防治联动机制，对重点前体物排放区域实施严格的行业排放标准。优化区域内能源生产和工业生产设施布局，减轻燃煤、炼油等大型化石能源相关设施的排放影响。

加强臭氧污染来源与成因分析。基于臭氧对 NO_x 和 VOCs 排放的非线性响应关系，深入分析不同地区臭氧生成机制和排放来源，确定主导控制物种和 VOCs 活性物种。开展传输比例分析并开发区域尺度臭氧预报预警技术，指导地方拓展建立基于活性的臭氧前体物排放清单，强化来源解析、传输路径分析等能力建设。

加强交通源排放控制，协同管控 NO_x 和 VOCs 排放。研究制定车用燃油总量控制政策，强化源头控制。研究实施低排放区政策及配套激励政策，降低城市重点区域排放强度，保护人群健康。提高车用油品标准和汽车排放标准，强化监管。优化车辆结构，加快新能源汽车推广使用。

深化工业源有机溶剂及 VOCs 专项治理。以石油化工、汽车、家具、包装印刷等行业为重点，分业施策、一行一策，开展高效、精准的 VOCs 治理行动。加严行业 VOCs 排放标准，大力推动源头改造、过程控制、末端治理和综合利用等全过程控制，运用经济手段鼓励企业技术改造。

推动实施公众健康防护计划和绿色低碳消费行为

在推进行业臭氧污染治理行动的同时，公众对于臭氧污染的认识也需逐步提高。基于臭氧污染治理的复杂度和时间性，污染消除不可能一蹴而就，在日常生活中，应强调做好自我防护，尤其是在臭氧超标的天气里。

美国 EPA（环境保护署）和地方环保局基于臭氧的健康危害，实行了一项名为“臭氧

行动日（Ozone Action Days）”的计划：当近地面形成高水平臭氧如空气质量指数（AQI）超过 100 时，即宣布为臭氧行动日，发布臭氧行动建议，警示人们过长的户外运动危害敏感人群的健康；当空气质量指数大于 150 的时候，发布臭氧行动警报，警示过长的户外活动会影响所有人的健康；并同时要求企业采取行动减少臭氧前体物排放，以降低近地面臭氧浓度。

因此，建议公众采取积极的防护措施，减轻臭氧污染可能带来的影响。一方面，尽量避免在臭氧浓度较高的中午和下午户外活动，减少臭氧超标时段外出，降低暴露风险；外出期间，尽量避免剧烈运动，并做好适当防护，如佩戴活性炭涂层的口罩；需额外注意对老人与儿童的防护。另一方面，各年龄段人群平时都应加强身体锻炼，提高身体素质，增强免疫力。

此外，积极践行公民绿色低碳消费行动。在用能方面，节约用电，推广炊事电气化；在交通方面，坚持绿色出行，减少使用大排量汽车，限制发动机怠速，减少日间加油；在日常生活中，家装时使用水性涂料等。这些日常的简单行动，都可以有效减轻空气污染。（钱文涛 梁斯炜 刘欣）

液流电池重获市场关注

中国能源报 2022.6.20

近日，大连化物所李先锋研究员团队与比利时科尔德集团控股 EcoSourceen 公司签署了新一代液流电池技术许可合同，共同推动该技术在欧洲市场的推广应用。这是大连化物所新一代液流电池技术首次输出至发达国家。

实现技术“走出去”，液流电池再次回归公众视野。目前，液流电池应用情况如何？储能正处于发展风口，液流电池在其中又如何定位？

打破传统装配模式

液流电池是蓄电池的一种，由电堆单元、电解液、电解液存储供给单元以及管理控制单元等部分构成，具有容量高、使用领域广、循环使用寿命长的特点。液流电池种类较多，根据电极活性物质的不同，可分为全钒液流电池，锌溴液流电池、锌铁液流电池等锌基液流电池和铁铬液流电池等体系。其中，全钒液流电池成熟度最高，商业化进程最快。锌基液流电池等其他电池体系还处于研发和商业化初期。

液流电池并非新技术，早在上世纪 70 年代就已经出现。据记者不完全统计，目前，国内外从事液流电池技术研发和产业化的机构有 20 家左右，主要包括中科院大连化物所、清华大学、中南大学、融科储能、上海电气和日本住友电工、英国 Invinity、德国 Fraunhofer UMSICHT 等。以大连化物所为代表的国产液流电池技术走在世界前列。日前，全球最大液流电池储能项目——大连 200 兆瓦/800 兆瓦时储能调峰电站正式并网投运，由此打开了液流电池发展新篇章。

新一代液流电池“新”在何处？李先锋向记者介绍，新一代液流电池采用自主研发的可焊接多孔离子传导膜、可焊接双极板，并由其集成可焊接电堆。新一代技术打破了传统电堆的装配模式，大幅提高了电堆可靠性及装配自动化程度。与传统电堆相比，新一代液流电池电堆总成本降低了40%，大幅提升了整个电池系统的稳定性和经济性。

2021年新增装机量占比仅为0.9%

业内普遍认为，基于大容量、高安全和环境友好的优势，全钒液流电池适用于8小时以上的长时储能项目。除了大连液流电池储能调峰电站国家示范项目外，液流电池的身影还出现在湖北枣阳平凡瑞丰光储用一体化项目、大唐中宁共享储能等多个示范项目中。数据显示，2021年，我国新增投运电力储能项目装机规模达10.5吉瓦，其中液流电池装机量占比0.9%。整体来看，液流电池市场份额偏小，示范项目也多为千瓦至兆瓦级别。

液流电池规模化应用有何难点？李先锋坦言，主要挑战在于初始投资成本较高、商业化运行模式尚不明确。在他看来，液流电池已建立起较为完善的上下游产业链，而资源侧相对薄弱。特别是钒资源供应侧需整合资源型企业，开发钒资源前端技术，实现关键材料国产化、批量化的同时提高电池系统可靠性，进一步降低成本。

“以1兆瓦/4兆瓦时的液流电池系统为例，每千瓦时电解液成本为2000元，项目建设成本达3700元。”碳中和能源研究院副教授魏磊指出，液流电池项目建设存在投资偏高的问题，同时，液流电池能量密度低、工作温度区间窄，还需进一步攻关。

业内人士指出，对比抽水储能750元/千瓦—2000元/千瓦、锂电池2500/千瓦—4500元/千瓦的投资成本，液流电池在储能领域规模化应用，势必得“算得过来账”。

适用于长时大规模储能

当前以碳酸锂为代表的锂离子电池原材料价格大幅上涨，致使储能全产业链承压，业内对液流电池是否会出现类似情况颇为关注。

“我国钒资源丰富，不会出现短缺问题，且全钒液流电池电解液可重复利用。当然，液流电池行业也应吸取锂离子电池原材料涨价经验，预判市场规模，提前在资源端合理规划，可以将钒价格控制在合理的范围。”李先锋称。

国家发改委、国家能源局印发的《“十四五”新型储能发展实施方案》明确，开展钠离子电池、新型锂离子电池、铅炭电池、液流电池等关键核心技术、装备和集成优化设计研究。政策已明确液流电池同样是新型储能未来发展方向之一。

上述业内人士指出，液流电池可应用于发电侧、输配电侧及用户侧储能，包括大型光伏电站、风电场、工业园区智能微电网、电网调峰电站、通信站等领域。随着成本降低，液流电池储能具有广阔市场前景。

李先锋认为，不同技术具有不同优劣势。锂离子电池能量高、能量转化效率高，适合于对能量密度要求高的领域，比如4C、电动车等领域，中低端磷酸铁锂电池也适合于一定规模的储能领域。液流电池特别适合于长时大规模储能，储能规模越大，储能时长越长，液流

电池的经济性优势越显著。在他看来，电网侧大规模储能对安全性要求非常高，液流电池具有本质安全优势，这也是液流电池有望在大规模储能领域大展拳脚的主要优势。（卢奇秀）

我国油气企业按下低碳发展“快进键”

中国电力报 2022.6.27

据国家统计局公布的数据显示，1~5月份，我国生产原油8569万吨，同比增长4.1%；生产天然气924亿立方米，同比增长5.8%。今年以来，我国“稳油增气”的能源生产形势体现出油气企业不断优化传统业务格局、实现低碳转型的决心。

而近日国有油气企业陆续发布的2021年社会责任报告、可持续发展报告，也印证着油气企业推进低碳转型发展付出的努力——不仅传统主业成绩显著，新业务、新技术成果也可圈可点。当前，油气企业加码布局新能源产业，并通过科技创新实现传统产业低碳生产。随着我国能源格局所发生的深刻变化，油气企业已按下了绿色低碳发展的快进键。

聚焦天然气生产优化传统业务开发结构

天然气对于我国能源领域实现绿色低碳转型起到桥梁纽带作用。2021年，我国油气企业充分把握天然气的低碳属性，加大天然气产业投资力度，大力开发天然气资源，加速推进天然气产量增长。

中国石油2021年国内天然气产量达1378亿立方米，占全国天然气总产量的66.4%，对去年我国实现天然气增储上产起到了强大支撑作用。“稳油增气”的另一面，是油气生产结构的优化调整。2021年中国石油的天然气产量在该集团油气产量结构中占比达51.6%，其中致密气产量占该集团国内天然气总产量的27.6%。

中国石化的天然气板块同样抢眼。回顾2020年，中国石化生产天然气303.7亿立方米，较2019年增长2.4%。2021年，该集团天然气产量339.68亿立方米，同比增长11.9%，增幅显著。

中国海油进一步提升天然气开发能力。2021年生产天然气338亿立方米，海洋天然气资源开发已经向深水、超深水迈进，中国海域首个大型深水自营气田陵水17-2气田群的顺利投产，标志着我国已具备1500米超深水自主勘探开发能力。

今年以来，中国石油、中国石化集中力量推动陆上天然气开发，为提升我国天然气产量夯实了“底气”。苏里格气田顺利完成亚洲陆上最长水平段气井压裂改造，有效动用鄂尔多斯盆地天然气储量。塔里木油田今年前4个月新建天然气产能10亿立方米。川渝地区加速建设我国首个千亿级天然气生产基地步伐，元坝气田和川西中浅层区块两个老区实现稳产，中江气田、威荣页岩气田等新区块加快评价建产。

中国海油在海洋天然气开采领域同样火力全开。中国海油今年初公布的2022年经营策略和发展计划提出，将以陵水17-2大型深水气田为核心，带动周边气田的勘探开发，计划实施陆上非常规天然气再增千万方储量工程，重点落实神府储量区。从最新披露的数据上

看，中国海油正在履行该计划，完成好增储上产任务。陵水 17-2 气田今年前 4 个月产气超过 10 亿立方米，神府区块致密气高效井台于今年 5 月完成压裂施工。

重视新能源发展拓展新兴产业战略布局

为锚定碳中和目标，油气企业在推进传统主业的同时，积极拓展新能源产业布局，加快形成绿色发展增长极，持续提升清洁能源供应能力。

以中国石油为例，2021 年中国石油的资本性支出达到 2511.78 亿元，其中超过七成投向勘探与生产业务。新能源、新材料、新业务资本性支出达 30 亿元，而这一数据在今年则被提升至 100 亿元，较去年翻了超 3 倍。可见，中国石油核心业务仍集中在油气领域，新能源业务虽然尚未成其主营业务，但大幅增长的计划资本投资额展现出了中国石油积极扩展新能源业务规模的决心。

当前，油气企业正逐渐转移以油气为主的业务重心，提升新能源业务应用的规模及水平，加快推进新能源产业布局。

从项目布局上看，中国石油、中国石化积极发展光伏产业，通过“油田+光伏”模式，实现光伏项目发电自发自用。中国石油旗下首个集中式光伏电站玉门油田 200 兆瓦光伏示范项目于去年 12 月并网发电，成为甘肃省最大的单体并网发电项目。去年年底，中国石化装机容量最大的光伏发电项目——胜利油田胜利发电厂灰场光伏发电项目建成投产，项目装机容量为 37 兆瓦。此外，中国石化还深入开展“光伏+加油站”行动，深化罩棚光伏建筑一体化建设，所发电量主要用于加油站自身用电和电动汽车充电。截至 2021 年底，中国石化已建成 1253 座光伏发电加油站，装机容量 43.8 兆瓦。

中国海油对于新能源领域的开发则主要集中在风电领域。油气企业开发海上风电项目具有天然优势，可以将油气平台装备技术转化到海上风电项目建设中。去年，中国海油首个海上风电项目——江苏海上风电场实现了全容量投产运行，年上网电量可达 8.6 亿千瓦时。

氢能产业是油气企业实现转型新的增长极。氢能与油气产业链关系紧密，油气企业制氢、加氢等装备技术比较完善。炼化装置通常会用到氢气，终端站点依托加油站建设加氢站可整合资源。2021 年，中国石油积极布局氢能业务，投用高纯氢供应能力 1500 吨/年，建成 8 座加氢站（综合能源服务站）、具备日加氢能力 7 吨。中国石化成为全球建设和运营加氢站最多的企业，截至 2021 年末已累计建成加氢站 74 座，合计加氢能力约 45 吨/天。今年，中国海油在煤气化制氢技术应用领域取得重要突破，应用 E-Gas 技术的煤制氢联合装置已连续平稳运行超过 300 天。

在地热能开发上，中国石油“一家独大”。矿权区内 4000 米以浅地热资源总量占国内地热资源总量的 86%。2021 年，中国石油新增地热供暖面积 960 万平方米，未来将在清洁替代、对外供能两个方向积极开拓地热产业，打造京津冀清洁供暖、东北用能替代和长三角采暖制冷“三大示范区”。

瞄准 CCUS 技术应用实现传统业务低碳生产

在绿色转型过程中，油气企业瞄准二氧化碳捕集利用与封存（CCUS）这个技术高地，以实现温室气体减排并提高油气采收率。这主要基于中国石油早在 10 余年前就开始对油气藏实现温室气体减排及资源化利用进行的立项研究。当前，我国通过技术攻关与实践，已经具备大规模捕集利用与封存二氧化碳的能力，正在积极推进全流程 CCUS 产业集群的构建。

油田方面，去年，中国海油在珠江口盆地启动我国首个海上二氧化碳封存示范工程——恩平 15-1 油田群碳封存项目。今年 3 月，中国海油又启动了“十四五”重大科研项目 CCUS 专项，将重点开展海上 CCUS 全流程技术、示范项目和海洋碳汇、矿化固碳及二氧化碳化学利用技术研究。中国石油去年启动松辽盆地 300 万吨 CCUS 重大示范工程，部署大庆、吉林、长庆、新疆等油田重点开展“四大工程示范”，辽河、冀东、大港、华北、吐哈、南方等油田开展“六个先导试验”。

在油田应用 CCUS 的同时，油气企业也积极发挥油田、炼化一体化业务优势，由炼化企业实施碳捕集，将二氧化碳运到油田注入油层进行驱油，以提升油田采收率并实现二氧化碳封存。2021 年 7 月，中国石化启动了我国首个百万吨级 CCUS 项目——齐鲁石化—胜利油田 CCUS 项目，该项目于今年 1 月建成中交，是目前国内最大的 CCUS 全产业链示范基地和标杆工程。“十四五”时期，中国石化还将依托南化公司等炼化企业产生的二氧化碳，力争在华东油气田、江苏油田等再建设百万吨级 CCUS 示范基地，实现 CCUS 产业化发展。（王若曦）

四、生物质能、环保工程（污水、垃圾）

低浓度二氧化碳快速集获器面世

速度为现有系统两倍 有望开启直接空气捕集 CO₂ 新时代

科技日报 2022.6.1

科技日报北京 5 月 31 日电（记者刘霞）日本科学家开发出了一款新的碳捕集系统，其能以前所未有的性能直接从大气中清除二氧化碳，效率高达 99%，且捕集二氧化碳的速度至少是现有系统的两倍，成为迄今处理空气中低浓度二氧化碳最快的捕集系统，有望开启直接空气捕集新时代。研究成果近日发表在美国化学学会旗下环境类期刊《ACS Environmental Au》上。

目前，为大幅降低大气中二氧化碳的含量，各种碳捕集技术纷至沓来，但这些系统的大规模部署仍面临不少障碍。最大的挑战在于这些碳捕集技术，特别是直接空气捕获（DAC）系统的效率还比较低。

日本东京都会大学教授山添诚司领导的团队一直在研究被称为“液—固相分离系统”的 DAC 技术。现有 DAC 系统都涉及让空气在液体内流动，液体与二氧化碳发生化学反应。但随着反应的进行，越来越多反应产物积聚在液体中，反应变得越来越慢。而液—固相分离

系统提供了一种更好的溶液，其中反应产物不溶于其中，会以固体形式析出。液体中由于没有产物的积聚，反应速度也不会太慢。

该团队对液态胺化合物的结构进行了修改，以优化反应速度和效率，使其能够处理二氧化碳浓度范围介于 400ppm（百万分之一）和 30% 之间的空气。他们发现，异佛尔酮二胺溶液可将空气中 99% 的二氧化碳转化为固体氨基甲酸沉淀物，且散落在溶液中的固体只需加热到 60 摄氏度即可将捕获的二氧化碳完全释放出来，使原始液体能被回收。结果表明，系统去除空气中二氧化碳的速度至少是目前领先的 DAC 实验室系统的两倍。

研究团队指出，新系统拥有前所未有的性能和稳定性，对大规模部署碳捕集系统具有重大影响。除进一步改善系统之外，他们也在研究如何将捕获的碳有效地用于工业等领域。

多国持续探索资源循环利用

人民日报 2022.6.6

“采用可持续的消费和生产模式”是联合国 2030 年可持续发展议程的重要目标之一。当前，“无废”理念和实践日益流行。通过将原料及其副产物充分利用，最大限度地减少固体废弃物，实现资源循环利用，将有助于推动形成更加绿色的发展方式和生活方式。

意大利——“无废城市”建设效果显著

在意大利中部小城卡潘诺里的“无废”研究中心，有一个专门陈列各类废弃物的房间。中心主任罗萨诺·埃尔科里尼会向访客介绍这些废弃物中哪些完全无法回收，哪些由于包装设计问题而难以回收等情况。他还不时引导大家一起寻找环保解决方案。

卡潘诺里与“无废”的故事缘起于 1996 年。当地政府原准备兴建垃圾焚烧厂，在各方共同呼吁和推动下，最终放弃建设计划，转向实施一种新的替代方案——努力减少垃圾产生。2007 年，该市成为第一个签署“无废战略”的欧洲城市。

经过试点，卡潘诺里于 2010 年开始推广挨家挨户上门收垃圾的政策，按照每户家庭扔垃圾的频率和数量进行收费。对于厨余垃圾等有机废弃物，除了收集至堆肥厂处理，政府还鼓励有条件的居民在家堆肥并免费提供设备。对于乱扔垃圾和不分类的行为要进行处罚，罚金最高可达 500 欧元。

“无废城市”建设取得可喜的效果。10 年时间里，卡潘诺里居民人均垃圾生产量下降了 40%，城市废弃物回收率达 88.13%，远高于欧盟和意大利平均水平。罗马大学的一项调查显示，99% 的卡潘诺里市民参与垃圾分类，对垃圾处理的满意度也高达 94%。这一战略从经济上看也是可持续的。由于垃圾填埋费用大大减少，并且可以向回收企业出售垃圾，市政府在垃圾分类工作上不仅不用追加投资，还经常实现盈余，同时为当地的环卫公司创造了就业岗位。

卡潘诺里的实践也激励着其他城市行动起来。现在意大利有 320 多个城镇加入了“无废城市”行列，覆盖 720 万人口。埃尔科里尼也得以向更多意大利人宣讲自己的理念：“零

废弃物是一种积极的生活方式。你朝这个目标不断努力，它就一定能实现。”

英国——“无废商店”日益受到青睐

带着自家的容器去商店，称一袋米，打一瓶油，这种怀旧却环保的购物方式日益受到部分英国民众的青睐。

2017年秋天，伦敦第一家名为“散装市场”的“无废商店”正式开业，其新潮的购物理念引发不少关注。这家店铺门脸不大，售卖的商品如大米、意大利面、蔬菜、橄榄油等，均是散装出售。顾客需自行准备容器，或者购买店内提供的可循环布袋、可降解纸袋。商店创始人英格丽德·卡尔迪罗尼表示：“去除包装，只购买食物本身，意味着可以创造一个更清洁的地球。”

“无废理念将会影响更多人的生活方式。”有报道称，不少人在接触了“无废商店”后，购物消费习惯开始改变。顾客雨果·图森表示，这种购物方式在减少包装的同时，还可以按需购买，有利于减少浪费。

几年来，已有100多家类似商店出现在伦敦、巴斯、布莱顿等城市。韦特罗斯超市在2019年首次推出“无包装产品”，鼓励顾客携带容器购买咖啡、葡萄酒、麦片、洗衣粉等数十种散装商品。媒体报道称，2020年韦特罗斯超市的塑料使用量比2017年减少了6.1%。还有一些超市推出“无废货柜”，进行散装售卖或回收包装盒。

据介绍，“散装市场”中的大部分产品来自商店附近50公里以内的供应商，以最大程度地减少运输环节可能带来的包装浪费。对于网上订购的商品，“散装市场”在送货时也保证使用可回收或可降解的包装材料。

“无废商店”的形式还在不断拓展。一些环保人士开始尝试经营“无废服装”，减少或不产生生产过程中的纺织品废料。诺丁汉的一家“无废商店”是可以提供维修服务的咖啡馆，提倡东西坏了之后选择维修而不是直接扔掉。还有一些环保人士将商店作为“课堂”，分享无废理念和做法。

德国——“再生建筑”提高能源效率

在德国西南部城市皮尔马森斯，有一座“再生”凉亭。这座完工于2021年初的凉亭位于凯泽斯劳滕工业大学内，几乎全部由废旧建筑材料建成。皮尔马森斯市市长迈克尔·马斯认为，这座凉亭项目意义重大，“体现了经济社会发展与气候环境保护及对后代负责理念的协调融合”。

建筑原料生产是一个高度能源密集型行业，建筑材料的重复使用有助于显著提高能源效率。德国对建筑垃圾的循环利用始于上世纪40年代。当时，由于市政建设缺少建筑材料，很多废旧建材就被再次利用或循环使用，废旧砖瓦块被处理为骨料，用于生产路基、铺路的石块或建筑混凝土。90年代，德国就有了超过400座建筑垃圾回收设施。据统计，2018年德国再生骨料占该国建筑业所需全部骨料的12.5%，矿物建筑废料回收率为90%，远高于欧盟《废弃物框架指令》所要求的70%。建筑垃圾的循环利用对砾石、沙土和天然石材的

保护起到很大作用。

为提高建筑垃圾的回收率，德国很多科研院所也积极参与到这一领域当中。2016年，弗劳恩霍夫应用研究促进协会启动了一项名为“MAVO BAUcycle”的项目，对拆除后的废旧建筑材料进行分类加工，生产出再生建筑材料供新的建设项目使用。2019年，慕尼黑应用技术大学设立了材料与建筑研究所，研究开发再生混凝土配方，目标是让废旧混凝土瓦砾回收率能达到100%。

德国还积极拓展建筑垃圾回收利用的国际合作。皮尔马森斯市建造的凉亭就是国际合作项目SeRaMCo框架下的一项成果。这一项目由欧盟发起，主要参与国是德国、法国、比利时等，致力于用废旧建筑材料中较为优质的部分替代初级原材料，用于生产再生水泥和混凝土产品，并希望能在建筑行业中创造新的就业机会。今年7月，柏林还将举办“建筑和拆除废料管理及回收国际会议”，邀请建筑行业从业者、相关社会组织、学术机构等共同就建筑垃圾处理和利用议题进行探讨。（谢亚宏 邢雪 张慧中 尚凯元）

北京将推动再生水成为工业用水首要来源

人民日报 2022.6.15

本报北京6月14日电（记者贺勇）记者从北京市水务局获悉：按照《北京市“十四五”时期污水处理及资源化利用发展规划》要求，北京将重点推进生产生活用水再生水替代，逐步实现市政杂用、园林绿化、工业、服务业用水应供尽供、可替尽替。其中，在工业领域，北京将严控工业新水取用量、万元工业增加值用水量指标，推动将再生水作为工业生产用水的首要来源。

北京市水资源自然禀赋不足，年人均水资源量仅150立方米左右，远低于国际公认的300立方米的极度缺水标准，水资源严重短缺是北京市的基本水情。“向污水要资源”，成为北京市新时期改善首都水生态环境、保障首都水资源安全，支撑城市可持续发展和生态文明建设的重要途径和必然选择。

2013年以来，北京所有新建再生水厂和升级改造污水处理厂主要出水指标一次性达到地表水Ⅳ类标准，再生水应用领域不断拓展，利用水平大幅提升，由绿化、洗车、冲厕等逐步推广到工业、河湖环境及道路浇洒等方面。2021年，全市再生水利用量达12亿立方米，占北京年度水资源配置总量近三成。

北京市水务局相关负责人介绍，2021年，北京工业再生水利用量为6754万立方米，八大热电中心和热电厂等电力工业全部实现再生水替代，极大缓解了工业用水压力。

“十四五”时期，北京将持续扩大再生水利用领域和规模，在工业生产、市政杂用、生态环境领域优先使用再生水，实施重点功能区、重点工业项目再生水输配工程，保障“三城一区”等重点功能区和燃气电厂、环卫焚烧厂等重点工业项目再生水供给。

“城市采矿” 构筑可持续未来

参考消息 2022.6.8

【阿根廷布宜诺斯艾利斯经济新闻网 5 月 17 日文章】题：城市采矿和可回收锂电池：打造可持续电动汽车的下一步是什么（作者 劳拉·罗查）

亚历杭德罗·科梅托是一位政治学者和教师，他拥有企业家的头脑，一切都始于一个想法：再利用和回收的必要性。“就是从这个念头开始的，伴随着微型企业的创建浪潮”。科梅托对阿根廷布宜诺斯艾利斯经济新闻网说。他现在是 Sol. Ar 公司的负责人，这是阿根廷第一家使用回收材料生产锂电池的城市采矿公司。

一开始，大约在十年前，Sol. Ar 公司在阿根廷的卡塔马卡起步，从事废弃电气电子设备的回收。

然而，依赖进口原材料以生产电池的经营模式行不通。“我们一开始在卡塔马卡进行组装生产，那里有阿根廷乃至全世界最大的锂资源之一。尽管在那里，80% 的原材料却是进口的，后来生产的连续性遇到了困难，因为该项目无法在稳定的生产条件下继续，并受到了美元汇率的影响，原料进口存在障碍。”科梅托回忆道。

在那时，他们看到了一个机会：用废旧电池制造锂电池。他们开始在科尔多瓦建立另一个工厂来实现这一目标。对于科梅托而言，其生产模式与其他模式（仅在国内组装，大部分部件从国外进口）的区别在于，他们工厂 80% 的投入品来自本土。

南美洲的玻利维亚、智利和阿根廷等国拥有世界上 80% 的锂储量。这些锂多以盐湖卤水的形式存在，即高盐类含量的水。在拉普纳、卡塔马卡、萨尔塔和胡胡伊等地，发现了这种矿物的巨大储量。

锂被认为是一种战略资源，因为它是为手机和计算机等便携式设备供电的重要投入品，也被广泛应用于电动汽车、电动自行车等的电池技术中。

然而，阿根廷生产的所有这种矿物几乎都供出口了。“我们无法买到一吨锂。”科梅托说。这是他们开始进行回收的另一个理由。

Sol. Ar 的承诺是替代从国外进口的电池。进口电池的技术含量并不比科尔多瓦工厂生产的电池高。“我们的目标不是为美国国家航空航天局生产电池，而是要填补一项空白。我们希望生产能真正大规模推广的东西。”这位企业家在接受采访时说。

为了推动这一理念，科梅托创建了 Sol. Ar 公司。他喜欢将它称为一家微型公司，他的努力得到了澳大利亚新南威尔士大学材料科学教授、发明家维娜·萨哈瓦拉的支持。萨哈瓦拉是可持续材料研究和技术方面的专家，也是澳大利亚研究委员会的杰出成员。Sol. Ar 还得到了科尔多瓦地方政府创新机构、科尔多瓦天主教大学和国立里奥夸托大学研究人员的技术支持。

目前，该公司已经有多个原型产品，并已开始生产。他们最初的想法是每年生产大约

70 万个电池，但他们认为在 2022 年将只能达到这个数字的一半。

通过锂的回收再利用，该公司可以生产出用于电动自行车、电动滑板车、手机、真空吸尘器甚至不间断电源（UPS）的电池。

但回收再利用也需要付出很大的努力。科梅托说，一个手机电池大约含有 5 克锂原料。“你必须回收很多东西才能得到一公斤锂。例如，生产正极材料需要至少回收 500 部手机。好消息是这些废旧手机没有被掩埋掉。”这位企业家说。他与市政当局合作回收这些材料，然后在工厂进行处理。

城市采矿从技术废弃物中回收锂和其他金属。由于其不断增长的数量和通常不确定的最终目的地，这些技术废弃物会成为潜在的环境污染源。

根据各种预测，预计到 2025 年，阿根廷的智能手机用户数量将超过 4000 万。有鉴于此，阿根廷企业大学和阿根廷政府地质矿产部门开展了合作项目，旨在推动使用创新工艺进行城市采矿，作为从自然资源中开采锂的替代和补充。

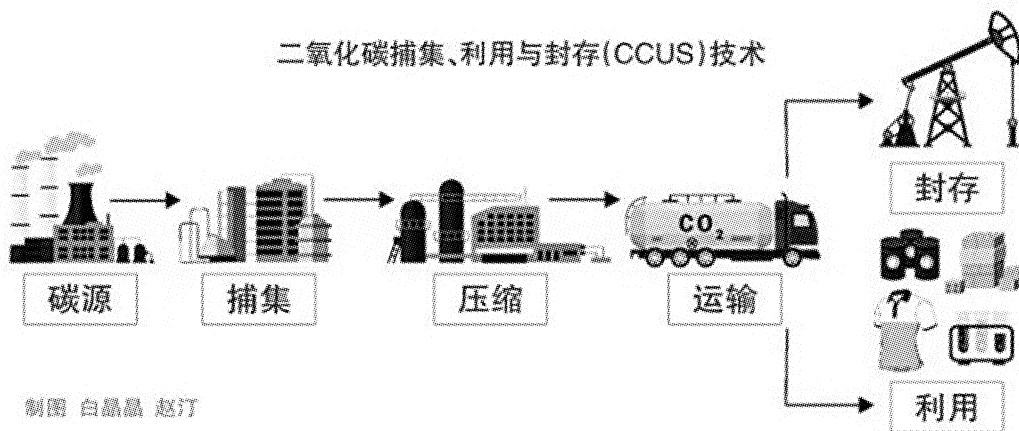
城市采矿的概念最早出现在 20 世纪初。根据该概念，大城市可以生产足够数量的二次利用资源，用于大规模生产原材料。

城市采矿的早期想法是建立铁、铝和铜等金属的回收加工工厂，并利用从废物中获得的能量。这种模式可以满足城市的部分能源需求（供暖、制冷、电力）并提高其可持续性。这种模式将城市视为一个“矿区”，其中的城市空间是可以循环和重复使用的原材料的来源。

让二氧化碳产出更多价值

——我国碳产业现状浅析

中国电力报科技装备 2022.6.2



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。

“双碳”目标提出后，碳产业加快发展，从二氧化碳捕集、封装再到利用，一系列技术工艺从示范应用向产业化迈进，保证阶段目标按时兑现。特别是在能源、电力、煤化工等高排放领域，减排降碳面临极大挑战，如何实现低碳转型已成为当务之急。

政策指引三步走

2020年9月，我国在第七十五届联合国大会上宣布，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。

2021年9月，政府下发《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》（以下简称“意见”），《意见》提出到2025年，绿色低碳循环发展的经济体系初步形成，重点行业能源利用效率大幅提升。单位国内生产总值能耗比2020年下降13.5%；单位国内生产总值二氧化碳排放比2020年下降18%；非化石能源消费比重达到20%左右。到2030年，经济社会发展全面绿色转型取得显著成效，重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平。单位国内生产总值能耗大幅下降；单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降65%以上；非化石能源消费比重达到25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上；二氧化碳排放量达到峰值并实现稳中有降。到2060年，绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系全面建立，能源利用效率达到国际先进水平，非化石能源消费比重达到80%以上，碳中和目标顺利实现，生态文明建设取得丰硕成果，开创人与自然和谐共生新境界。

聚焦降碳主战场

目前，我国每年的碳排放量在100亿吨左右。其中，燃煤电厂、钢铁工业、水泥工业三大行业的排放量占比超过了全国总量的60%。石油化工、工业燃煤供热、交通运输、建筑等行业贡献了剩余约40%的二氧化碳排放量。

西北勘测设计研究院有限公司太阳能热发电工程研究中心副主任牛东圣表示：“在《意见》中特别提到要推动产业结构优化升级，制定能源、钢铁、有色金属、石化化工、建材、交通、建筑等行业和领域碳达峰实施方案。可以说，这些行业领域是我国节能降碳的主战场。”

我国实现碳中和面临着碳排放总量大、碳减排时间短、经济转型升级挑战多、能源系统转型难度大等复杂挑战。

牛东圣表示，在以化石能源为主的今天，有效降碳措施主要有三种途径，首要措施是“提效降耗”，从高碳排放行业入手，通过技术革新、工艺优化等手段，实现节能降耗；其次是“清洁替代”，通过大力促进风电光伏等可再生能源发展，采用太阳能光热及熔盐储热技术进行工业供热/供蒸汽清洁替代等举措，有效改变产业用能结构，减少经济社会发展对化石能源的依赖；第三是“碳移除”，在通过植树造林增加碳汇的同时，大力发展碳捕集、

利用和封存（CCUS）技术，增加人工碳汇产生负排放。

牛东圣强调，目前的技术难点主要体现在高比例可再生能源情景下电力系统的安全稳定运行问题，新型储能、光热、氢能等支撑技术的技术性与经济性之间的平衡问题，低浓度点源碳捕集技术等。

加速 CCUS 产业化进程

基于我国能源结构仍以化石能源为主体这一现实背景，碳捕集、利用与封存（CCUS）技术是实现化石能源净零排放、保障电力稳定供应的重要途径。

CCUS 技术是由碳捕集与封存（CCS）技术发展而来，二者的主要区别在于是否有所捕集碳的再利用。CCUS 把生产过程中排放的二氧化碳进行捕集提纯，继而投入到新的生产过程中，实现了循环再利用。与 CCS 相比，CCUS 不但可以将二氧化碳资源化，产生可观的经济效益，更具有现实操作性。

牛东圣表示，当前 CCUS 市场存在着利用率低、成本高、“伪减碳”等问题，其中 CCUS 的能耗和成本主要集中在捕集环节，约占总成本的 70%~80%。对于以煤化工、天然气净化厂等为代表的高浓度源，碳捕集成本相对较低；而对于燃煤电厂、钢铁厂、水泥厂等低浓度源，由煤燃烧后产生的二氧化碳气源捕集成本仍然偏高。

除了持续致力于降低碳捕集成本外，进行低能耗、高附加值的二氧化碳资源化利用是 CCUS 技术商业化的必然选择。

牛东圣表示，二氧化碳的利用场景主要有地质利用、化工利用、生物利用等，主要产品包括燃料、化学品、建筑材料等。通过优化开发高附加值碳利用技术及创新拓展应用场景，实现碳价值增值，使 CCUS 技术更具市场竞争力。

近十年来，CCUS 技术在全球迅速推广应用，到 2020 年，全球二氧化碳捕获能力已达到 4000 万吨。我国 CCUS 技术的开发与应用同样取得了一系列重要进展。

从技术研发层面来看，我国 CCUS 技术发展与国外先进水平基本处于同一水平；但在示范应用层面，相较于美国、挪威、加拿大等发达国家，我国在示范项目建设规模和产业链集成度等方面仍存在一定差距。

从政策层面来看，基于我国 CCUS 产业正处于示范发展阶段的现实，可制定适合我国国情的 CCUS 激励政策，包括政府或组织机构投资补贴、税收优惠、优先授信和优惠贷款、增加发电配额等，推动大规模 CCUS 示范与产业化集群建设。同时，积极推动 CCUS 碳减排量的合理认定，推进 CCUS 项目形成的国家核证自愿减排量优先进入国内碳排放权交易市场，将助力于形成投融资不断增加、成本持续降低的良性循环。（赵汀）

废弃手机中有多少珍贵金属？

参考消息 2022.6.8

【英国《每日邮报》网站 4 月 18 日报道】题：一吨 iPhone 中的黄金数量是一吨金矿石

的300倍（记者 约翰·奈什）

智能手机中含有黄金和其他珍贵金属，价值连城。但当我们换新手机时，很多人会直接把旧手机扔进垃圾桶。

手机是我们放进口袋里的最智能的东西。但当它们开始过时——通常使用不到两年的时候，这件昂贵的技术产品十有八九会被扔掉，而不是回收利用。

在英国，近500万人承认会扔掉旧手机，结果是手机中像女巫药水一样混杂的有毒化学物质污染了环境。

这些物质包括位于电池、液晶显示器和电路板中的水银，连接各部分的焊料，电池触点和电子连接器中的铍，以及电脑芯片中的砷和二氧化硅。

现在，像法国翻新转售市场公司这样的手机翻新公司正在发起营销活动，鼓励我们把不想要的设备交给它们回收利用。

一张宣传海报写道：“一台翻新的手机可节约258千克原材料。”

这相当于一头成年雄性非洲狮的体重。在一台智能手机塑料外壳下面隐藏着一座自然资源宝库，里面有黄金、白银和多种稀土元素。

拆开一部最常见的iPhone，你会在里面找到大约0.034克高档黄金——价值约1.6英镑（约合13.3元人民币），0.34克白银，0.015克钯和微量（不足1毫克）的铂。

这台设备还包含价值不高但数量不少的铝（25克）和铜（约15克）。考虑到5500多万英国人至少拥有1部智能手机，再小的数量也能积少成多。从一吨iPhone中提取的黄金是一吨金矿的300倍。黄金因其不会腐蚀，用于覆盖手机中的电子电路。

一吨iPhone中的白银是一吨银矿的6.5倍。白银是手机中各种合金的组成部分。

与此同时，100万台智能手机可以提供近16吨铜线、15千克钯（用于手机的电子电路）和多种不易开采和精炼的稀土元素。

的确，开采和精炼智能手机原材料的工艺高度敏感，根据相关数据，这意味着制造一台智能手机平均要消耗约3190加仑（约合14.5立方米）的水，足以填满一个商用油罐车。

iPhone中的稀土元素拥有能让你在Scrabble拼字游戏中获胜的名字：钷、镧、铽、钕、钐和镨。

钷和钐用于手机屏幕；铁和镨用于扬声器和耳机；镧用于提高摄像头中微小镜片的锐度。

这些材料中的很多种可以在中国找到。中国每年生产的iPhone占全世界的42%。

钐主要开采自中国内蒙古，而世界上大多数锂（用于制造智能手机的锂离子电池）开采自澳大利亚和南美洲，97%的锂在中国精炼。

不过，制造一台智能手机所使用的全部高科技工艺在这台设备开始出故障或者过时的的时候就变得一文不值了。有关移动网络的研究发现，近半数人表示更换手机是因为旧手机出了故障。四分之一的人表示更换手机是因为它们无法运行最新软件。

智能手机和笔记本电脑是电子垃圾的主要来源。英国每年生产 120 多万吨电子垃圾。

然后还有那么多完全闲置不用的智能手机。接近 60% 的英国家庭拥有 1 至 3 台闲置设备，总计 5500 万台。三分之一的机主说，保留旧手机是为了在紧急情况下备用。但绝大多数备用手机都在吃灰，近三分之二的机主说，他们从未再次使用过这些手机。

如果这些机主全部把旧手机卖给回收利用的人，那么手机中的各种珍贵金属就可以被提取并再次使用，从而可以减少开采新矿石的需要。

由于英国一个新商业项目的出现，情况可能好转。

上个月，英国皇家造币厂宣布成立一个使用最先进技术的工厂。英国皇家造币厂不但生产英国的货币，还向投资者销售金条和金币。

新工厂将从废弃的电路板上回收黄金。这是世界上第一家此类工厂管理者预计每周可以加工多达 90 吨电路板，每年可以提取数百千克的黄金。这种高质量黄金之后将由英国皇家造币厂改作他用。

塑料降解前景可期

科学家发现爱吃塑料“超级蠕虫”

参考消息 2022.6.14

【英国《独立报》网站 6 月 9 日报道】题：科学家说，爱吃聚苯乙烯的“超级蠕虫”或给塑料回收领域带来革命

被称为“超级蠕虫”的拟步甲幼虫已被人类当作爬宠的饲料，但在科学家发现它们消化塑料垃圾的非凡能力后，它们可能很快就会成为摄食者。

澳大利亚昆士兰大学的科学家说，这些不起眼的幼虫（即大麦虫）不仅能吞下聚苯乙烯，而且事实上只吃聚苯乙烯也能茁壮成长。

研究团队在 3 周时间里用不同食谱喂食这些“超级蠕虫”，给其中一些喂食聚苯乙烯泡沫塑料，给另外一些喂食麸皮，对余下的蠕虫进行间歇性喂食。

该大学化学和分子生物学院的克里斯·林克博士说：“我们发现，仅被喂食聚苯乙烯的‘超级蠕虫’不仅存活了下来，甚至体重都略有增加。这表明，蠕虫可以从聚苯乙烯中获取能量，很可能是在肠道微生物的帮助下。”

林克还说：“‘超级蠕虫’就像微型回收厂，用它们的嘴将聚苯乙烯粉碎，然后将其喂给自身肠道中的细菌。”

研究人员利用一种名为宏基因组学的技术，找到了几种具备降解聚苯乙烯和苯乙烯能力的经过编码的酶。

林克说：“这种反应的分解产物随后可以被其他微生物用来制造价值比较高的化合物，比如生物塑料。”

研究团队说，他们希望这种生物升级再造技术能刺激塑料垃圾回收利用活动，并减少垃

圾填埋。

该研究报告的作者之一孙嘉瑞（音）说，他们的目标是在实验室培养肠道细菌，并进一步测试其降解聚苯乙烯的能力。

孙说：“我们随后可以研究如何将这一过程升级到建一整座回收厂所需的水平。”

研究报告发表在《微生物基因组学》杂志上。

微藻治废有潜力有前景但还需跨过几道坎

科技日报 2022.6.15

利用微藻处理废水是一种生态可持续的技术方法，其可通过发挥藻菌的协同作用，吸收并降解废水中的污染物，整个处理过程不仅能耗低，又能促进氮、磷等营养物质的循环利用，同时达到控制温室气体排放的目的。

——邹华 江南大学环境与土木工程学院副院长

废水处理是环境保护中的重要环节。微藻具有生长速率快、光合速率强、含高价值生物质及可以固定二氧化碳等特点，利用微藻处理废水可以说是一种经济可行的污水资源化方案。

目前，该如何利用微藻来实现对农业废水、工业废水、城市废水和含农药以及抗生素等物质的有害废水进行治理？针对不同的污水治理需求，又该如何进行藻种选择？我国在这方面的研究成果有哪些？微藻治污在我国产业化应用情况如何，产业化应用还面临哪些挑战？未来该如何进一步扩大产业化？

6月13日，科技日报记者就此采访了相关业内专家。

微藻技术是新兴水处理技术

“利用微藻处理废水是一种生态可持续的技术方法，其可通过发挥藻菌的协同作用，吸收并降解废水中的污染物，整个处理过程不仅能耗低，又能促进氮、磷等营养物质的循环利用，同时达到控制温室气体排放的目的。”江南大学环境与土木工程学院副院长邹华教授说。

在江苏理工学院环境工程专业程洁红教授看来，微藻净化污水的特点，就是在净化污水的同时，又能生成有用的生物质。利用微藻处理污水，是近年来的新兴水处理技术之一。

目前，利用微藻处理的废水多以城市污水、工业废水、农业废水等有机废水为主。这类废水中含大量的氮、磷等营养物质，易造成受纳水体的富营养化，导致水华或赤潮。

传统的A2/O工艺（俗称厌氧-缺氧-好氧法，是一种常用的污水处理工艺），去除氮、磷时运行管理复杂、反硝化时需要补充碳源，提高了处理成本，还会造成温室气体排放。利用微藻处理污水，既不用补充碳源，又可控制温室气体排放。

由于微藻具有极强的适应环境能力，甚至可以利用微藻处理含有毒害成分的废水，如含有农药、抗生素、杀虫剂等废水，以及利用微藻处理含铁、锰、锌、铜等微量重金属元素

的废水。

微藻具有强大吸附作用和降解作用，它可通过这两种作用去除有害污染物，从而得以净化废水。

邹华介绍，在实验室规模的生物反应器中，小球藻能去除 85.6% 的羟氨苄青霉素；经小球藻处理后再加入来源于湿地沉积物或活性污泥的细菌进行处理后，羟氨苄青霉素的去除率能达到 99%。

不同污水应采用不同方式

“不同行业产生的污水种类繁多，且其中的氮磷含量及氮磷比也不尽相同。生活污水和农业污水中的污染物多为微藻生长所需的氮磷等，适宜微藻繁殖，因此利用微藻对该类废水进行处理较为合适。”邹华说。

邹华介绍，用市政污水培养莱茵衣藻可将污水中几乎全部氮磷予以消耗。栅藻也可在市政污水中生长，并可完成对污水中氮磷的去除。

尽管污水中含有微藻生长所需的营养物质，但在实际应用中仍需针对不同污水的组成和性质，挑选适当的藻种，以满足微藻生长的需要。

邹华认为，微藻处理农业废水虽潜力巨大，但需要结合各地实际情况，从生态农业和循环经济角度出发，做好藻种选育、工艺优化和产品开发工作。

各种实验结果证明，在养鱼的废水或者养猪后产生的废水中加入微藻都能有效去除各项常规污染物。

在工业废水方面，工业废水中除了 COD、TN 和 TP 等指标外，还包括重金属离子和有毒有害化学品等成分，需要多个步骤进行净化，微藻可以作为整体工艺的一个环节，提高工业废水处理效率。

比如，在废水处理过程中混合微藻处理能去除动物粪便废液、沼渣废液和纺织废水中的磷。

城市废水的组成与工农业废水有差异，一般来说，城市废水经过一级处理后，同样可以通过微藻进行深度处理。

程洁红介绍，目前，微藻可以“对付”废水中的有毒重金属，通常是用吸附的办法，如可吸附镉、铬、汞和铅等毒性大的金属，但这些重金属含量不能过高，一旦超出微藻的耐受极限，同样抑制微藻生长或导致微藻死亡。

此前，清华大学胡洪营教授团队就高效筛选出了可以异养的微藻，其中筛选得到的小球藻和栅藻可以利用 20 余种污染物作为有机底物，并且可以利用废水中的有机底物生产生物燃料，具有良好的市场前景。

微藻大规模应用要跨过几道坎

“我国在 20 世纪 50 年代末就提出了利用微藻进行废水处理，此后，以藻 - 菌共生体系和高效藻类塘为代表的悬浮生长藻类塘系统在分散式污水处理中得到了广泛的应用，但是由

于一些技术问题无法得到突破，利用微藻治污至今还没有得到工业化的大规模应用。”邹华说。

在程洁红看来，藻类是自养型生物，尽管生长时对废水中营养要求较低，但目前从自然界纯化分离获得的微藻往往净化效率偏低，仍无法适应高浓度的污水。因此，需要通过选择育种、基因工程育种、诱变育种进行改良，以得到可工程利用的藻株。

此外，不同废水的污染物成分、含量皆不同，用单一的藻类处理一般很难达到要求。因此，要根据不同的处理对象选择藻种，并深入研究其净化机制。

常州工程职业技术学院环保教研室主任纪振介绍，当前，微藻治理废水领域的研究主要集中在优势藻类种属的筛选、藻类固化、藻类污水处理工艺优化、藻类处理废水设备开发四个方面，尽管已在筛选方法和筛选装置的研究上，形成了不少专利，但在废水处理领域的产业化尚不多见。

邹华认为，目前来说，微藻治污面临多方面挑战。比如，治污的效率以及稳定性有待提高，藻细胞分离、采收困难仍是限制微藻技术大规模工业化应用的重要瓶颈；技术经济性不被认可，有必要进行综合开发，提高技术的可持续性并降低成本；环境风险也有待进一步评估。从总的来说，进行大规模生产和利用微藻仍然是一个技术难题。

“微藻废水处理技术是有潜力的绿色技术，需要针对不同废水的处理需求，选择合适的藻种（菌种）和工艺，进一步提高废水处理效率。”邹华说，目前，多数研究还停留在实验室阶段，需要更多中试规模以上的实验数据。

“需要从污染物处理效率、过程能量需求和经济性等多方面考察新的微藻废水处理工艺，重视微藻的产品开发，提出可持续治理技术，推动微藻废水处理的更广泛应用。”邹华说。

常州工程职业技术学院检验检测认证学院李娟红博士也认为，微藻废水处理技术是极具潜力的绿色技术，具有广阔的市场前景。在实际应用中需要针对不同废水的处理需求，选择合适的藻种及工艺，提高废水处理效率，但关于微藻废水处理的多数研究目前还停留在实验室阶段，需要工程应用推广。

从市场角度来看，需要从污染物处理效率、过程能耗和工程经济性等多方面考察新的微藻废水处理工艺，特别是要重视微藻的产品开发，基于循环经济理念提出可持续开发路线，将微藻处理废水技术作为微藻产品开发工艺的源头而非终端，这样才能推动微藻废水处理的更广泛应用。（张青 吴婷 雷宁 过国忠）

“绿电”催化技术做媒，废弃塑料变高附加值资源

科技日报 2022.6.15

研究团队使用光伏技术、风电技术等产生的“绿电”，让PET废塑料回收利用升级，不仅产出了高附加值的工业化学品和燃料，还能实现温室气体二氧化碳的资源化转化。

阳光、风、二氧化碳，用这些自然界中随手可得的材料，就能让矿泉水瓶、一次性包装等聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）废塑料高效转化成工业中常用的甲酸资源和氢气燃料。近日，上海交通大学环境科研团队在废弃塑料回收研究领域收获多项成果。

PET 废塑料和二氧化碳“负负得正”

上海交通大学环境科学与工程学院教授赵一新研究团队使用光伏技术、风电技术等产生的“绿电”，让 PET 废塑料回收利用升级，不仅产出了高附加值的工业化学品和燃料，还能实现温室气体二氧化碳的资源化转化。

PET 在我们的生活中随处可见，常见的饮料瓶、电视机外壳、灯罩等，很多都是用 PET 塑料制成的。大量用后即弃的 PET 废塑料如果不能被合理、有效地回收，不仅会造成环境污染，也是对碳资源的一种浪费。近年来，基于光伏技术、风电技术“绿电”产能的提升，2021 年以来，赵一新团队就率先开展了“绿电”催化重整 PET 废塑料联产甲酸和氢气的研究。

“最初的研究中，我们用可再生‘绿电’催化技术，把 PET 转化成了甲酸材料和氢气，降低了传统电解水制氢的能耗。”赵一新表示，近期，团队联合北京大学教授马丁对 PET 回收利用进行了升级，通过“绿电”催化氧化 PET 废塑料与二氧化碳还原反应，PET 废塑料可以只转化为甲酸材料，不仅增加了甲酸的产出效率，也促进了温室气体二氧化碳的资源化转化。据估算，利用升级版回收策略，每回收 1 吨 PET 废塑料可以创造约 557 美元的经济收益，表现出较高的商业化经济价值。

同时，赵一新也表示，“绿电”催化升级回收废塑料的研究从实验室走向产业化，还需要克服一系列理论和技术难题：“在回收过程中，需要使用一定的催化剂。低成本、高性能的催化剂能节约成本、降低能耗、增加有用材料的产出率，这类催化剂材料还亟待开发和研究。此外，要实现大规模的产业化应用，工艺和设备的开发研制也是未来研究的重点和难点。虽然面临很多难题，但这种废塑料转化技术，为国家发展循环经济和建设低碳型社会提供了一条有效的发展途径，仍然具有广阔的应用和发展前景。”

低碳硬核成果让废塑料变成“宝”

目前，上海交通大学环境科学与工程学院科研团队在废弃塑料领域已有多项成果达到国际领先水平。

废弃塑料能够破碎形成纳米塑料并在环境中持久累积，了解纳米尺度塑料颗粒的环境行为是精准评估废弃塑料生态健康风险以及低碳回收的关键。上海交通大学副教授仇浩结合室外采样及室内模拟，明确了影响纳米塑料水环境行为的主控因子，揭示了蛋白冠调控纳米塑料胶体稳定性的作用机制，进而提出了在水处理中通过添加溶菌酶促进纳米塑料絮凝沉降高效回收的新思路，同时量化了塑料颗粒尺寸依赖的环境健康风险，推动了塑料废弃物精细化风险管控与低碳回收体系的建设。

上海交通大学教授金放鸣团队围绕废塑料的环境危害、无害化处理难、资源化利用率低

的问题，开展了废塑料的水热资源化研究，并创新提出了利用聚氯乙烯、PVC 等废塑料作为还原剂水热还原二氧化碳，实现了废塑料与二氧化碳协同资源化。团队成功将 PVC 废塑料百分百脱氯无害化转化为清洁燃料的同时，还将二氧化碳还原为高附加值有机物甲酸，该技术无添加催化剂，工艺简单，展现了良好的工业化应用前景。

此外，针对化石燃料基塑料的不可持续性与难降解问题，以及生物可降解塑料聚乳酸粮食作为原料的瓶颈，金放鸣团队早期率先探索了生物质废物水热转化制备乳酸技术，近期将水热技术扩展到光催化，将生物质原料扩展到湿垃圾转化，该研究正积极与企业合作，推进工业化试运行。（江倩倩 王春）

亚洲清洁空气政策研讨与技术交流会举行

多污染物协同治理是未来空气质量改善重点

中国环境报 2022.6.13

“目前仍有近 40% 的城市达不到空气质量标准，我国在空气质量治理方面仍存在挑战。”在 5 月 24 日—26 日召开的亚洲清洁空气政策研讨与技术交流会上，生态环境部环境规划院大气环境规划研究所所长雷宇表示。

此次会议的主题为“传递中国经验与技术，支持亚洲国家改善空气质量”，由亚洲清洁空气中心主办。会议邀请多位专家、学者，通过分享我国一些关键领域的节能减排经验与技术，以期促进亚洲国家共同提升空气污染治理水平和气候变化应对能力。

雷宇表示，目前我国臭氧污染和浓度水平呈现增长态势。从欧洲和美国的经验中可以看到，臭氧污染防治比 PM2.5 更难，所以在未来实现 PM2.5 和臭氧浓度的双降，将是极大挑战。

“通过研究，我们得到非常重要的结论，帮助实现碳中和的措施，可能对 PM2.5 和臭氧浓度的下降贡献率达到 80%。在这样的设定下，我国 PM2.5 的浓度在 2060 年左右约为每立方米 10 微克，臭氧浓度能够达到每立方米 100 微克左右。”雷宇认为，接下来，一定要协同推进碳中和与空气质量改善相关工作，使两项工作之间实现正向反馈。

中国环境科学研究院大气环境研究所所长胡京南认为，大气污染与气候变化协同应对是长期的重点，而未来五年甚至十年的重点是通过氮氧化物和 VOCs 协同控制，实现 PM2.5 和臭氧浓度下降，多污染物协同治理将是未来五年到十年的重点。

要改善环境空气质量，煤炭的清洁利用非常重要。“燃料是不是清洁，不是看它是叫‘煤’还是叫‘生物质’，而是看这种燃料有没有不清洁的成分，以及燃料是否使用了清洁技术。煤听起来是污染的燃料，但它的种类非常多。有的煤原料里含有大量的硫、氟元素，但有的煤里硫、氟含量很低。通过洗煤和固硫等技术手段，把煤里的污染成分固定化或去除，然后再利用清洁的燃烧方式去燃烧煤，这样 PM2.5、二氧化硫、氮氧化物的排放会大大降低，降到国家标准以下。”北京化工大学生物质能源与环境工程研究中心主任刘广青认

为，洁净煤对中国、蒙古等一些需要大量供暖的国家来说，是非常好的燃料。

我国的农业农村温室气体排放约占排放总量的 15%。未利用的秸秆经由焚烧和自然堆放，直接和间接产生的温室气体排放量不容小觑。

“秸秆综合利用是应对全球气候变化的有效举措。”黑龙江省黑土保护利用研究院院长刘杰介绍，2017 年，我国秸秆利用率约为 81%，到 2019 年达到了 86%。“通过目标分解落实到基层，积极开展试点示范，因地制宜制定地方政策，很好地推进了秸秆综合利用。”

“双碳”目标下，秸秆综合利用政策也在进行相应调整。刘杰建议，秸秆综合利用应着重以县为单元开展示范建设。将秸秆综合利用由部门行为上升到政府行为，统筹农机、农业、农发、财政等相关部门。要集中连片、整体推进，这样在资源可控的情况下可以发展规模产业。强调政策实施、技术推广以及群众观念的教育引导，努力处理好政府、企业和农民三者的关系。“在有机肥、用地、用电、终端产品等各方面形成政策集成的关键发力点，这样才有利于政策的实施。”

秸秆综合利用有很强的公益性，一方面，要加大财政资金的投入；另一方面，要通过政府担保的方式鼓励企业和农户利用金融机构的信贷投资，拓宽融资渠道。各级政府要把秸秆利用项目作为政策性低息贷款的支持方向，延长项目贷款期限。（江虹霖）

取于自然 回馈自然

废弃生物质制成新型类 PET 塑料

科技日报 2022.6.27

科技日报讯（实习记者张佳欣）摆脱化石燃料和避免塑料在环境中堆积是应对气候变化挑战的关键。近日，在瑞士洛桑联邦理工学院基础科学学院杰里米·卢特巴赫教授的领导下，研究人员开发出一种类似于 PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）的生物质衍生塑料，它符合取代几种现有塑料的标准，同时也更环保。

传统塑料之所以如此广泛，是因为它们结合了低成本、热稳定性、机械强度、加工性和兼容性等诸多优点。任何塑料替代品都必须赶上或超过这些优点，一直以来，这项任务非常具有挑战性。

卢特巴赫说：“我们基本上只是用廉价的化学品‘烹制’木材或其他不可食用的植物材料，比如农业废弃物，一步就能生产出塑料前体。”通过在塑料的分子结构中保持糖结构的完整性，该化学方法比目前塑料替代品的生产方式要简单得多。

这项技术基于卢特巴赫和同事在 2016 年的一项发现：添加一种醛可以稳定植物材料的某些部分，并避免在提取过程中破坏它们。通过重新利用这种化学物质，研究人员能够重建一种新的有用的生物基化学物质作为塑料前体。

研究论文第一作者洛伦茨·曼克说：“通过使用一种不同的醛——乙醛酸而非甲醛——我们可以简单地用‘黏性’基团将糖分子夹在中间，这样它们就可以充当塑料的构件。”这

种简单的技术能够将高达 25% 的农业废弃物或 95% 的纯糖转化为塑料。

新型塑料的全能特性使它们可用于包装、纺织品、医药、电子产品等各种应用。研究人员已经制造了包装薄膜、可以制成衣服或其他纺织品的纤维，以及用于 3D 打印的细丝。

“这种塑料具有非常令人兴奋的特性，特别是在食品包装等应用方面。”卢特巴赫表示，它的独特之处在于存在完整的糖结构，使这种塑料非常易于制造，也很容易降解。

生物天然气产业蓄势待发

中国能源报 2022.6.13

生物天然气集清洁能源、负碳排放、防治农业面源污染、有机废弃物资源化利用、生产有机肥以及发展乡村工业等功能于一身，是具有重要战略意义的新能源。近年来，国家层面不断出台政策“礼包”，助推生物天然气产业化发展。最新规划亦释放出积极信号——“十四五”期间生物天然气产业发展将按下“加速键”。

日前，国家发改委等九部门印发《“十四五”可再生能源发展规划》，明确提出要加快发展生物天然气。在粮食主产区、林业“三剩物”富集区、畜禽养殖集中区等种植养殖大县，以县域为单元建立产业体系，积极开展生物天然气示范。统筹规划建设年产千万立方米级的生物天然气工程，形成并入城市燃气管网以及车辆用气、锅炉燃料、发电等多元应用模式。

政策频频出手，助力生物天然气实现了从蹒跚起步到 2019 年首次纳入国家能源规划的跨越，同时锁定了“2030 年产量超过 300 亿立方米”的目标。然而，集众多“优点”于一身的生物天然气因多重掣肘，至今未能“大展拳脚”。受访专家和企业人士更对其发出“产业前景广阔但困难重重”的评价。

在我国加快实现“双碳”目标，着力构建清洁低碳、安全高效现代能源体系的背景下，生物天然气产业该如何抢抓机遇，顺利实现发展目标？生物质天然气又能否解决能源“补位”需求，开启发展“新窗口”？

亮点项目零星分散新增投资谨慎观望

数据显示，2020 年，我国生物质能产业新增投资约 1960 亿元，其中生物天然气新增投资约 1200 亿元。受市场、政策推动，生物天然气在国内发展的 10 多年间，陆续打造出多个亮点项目。例如，日前在山西朔州应县投运的山西首个生物天然气工业直供项目，综合效能已经显现。

据华新燃气集团新能源发展中心主任刘祺介绍，上述项目建成后年可处理牛粪粪污 20 万吨，年产沼气 1000 余万立方米，通过脱碳提纯，可年产生物天然气 460 万立方米，年产沼液 11.7 万吨。该项目落地运行、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，也为当地工业燃料的提档升级和低碳化改造提供了有力支撑。

而在东北，中石油落户大庆油田的首个秸秆制生物天然气中试基地近期生产运行稳定，6月6日的沼气日产量达2000立方米以上，其中甲烷含量高于50%、生物天然气纯度高于95%，生产效率是国家标准的4倍，主要效率指标处于国内外领先水平。

此外，在安徽阜南县和海南海口市澄迈县，农业废弃物与生物天然气开发利用项目重构了市、县域农业废弃物生态循环经济结构，有效解决了市、县域有机废弃物处理、天然气供应、增施有机肥减施化肥等多项地方政府关注的发展难题。

“目前，国内生物天然气技术基本成熟，具备产业化发展条件，全国不乏成功且颇具亮点的项目。但从国家确定的80多个大规模生产试点来看，大多数试点产气率并不理想。受商业模式不清晰、产业链不够完善、产气率低、沼液难处理和经济性偏低等因素制约，生物天然气发展像被‘捆住’了手脚。虽然新增投资不断增多，但投入产出不成正比，整体发展并不是很令人‘振奋’。”中国农业大学教授程序说。

“生物天然气兼具促进农村经济发展、减少化石能源消耗、改善生态环境等多重优势，不断向集中、大规模、商业化方向努力发展。但产业发展缓慢的现状，让不少打算入场的企业持谨慎观望态度。”程序坦言。

现实发展远不及预期行业痛点待逐个击破

我国可用于生产生物天然气的农作物秸秆、畜禽粪污、餐厨垃圾、农副产品加工废水等各类城乡有机废弃物资源较为丰富。据程序估算，若将生物天然气原料潜力全部调动起来，年产量甚至可高达2000亿立方米-3000亿立方米。但现实并非如此，原因何在？

在安徽省生物天然气开发股份有限公司总经理赵听看来，目前技术并非生物天然气行业发展的主要制约因素，原料蕴含能量价值低、产品单一才是最大的“绊脚石”。“生产沼气需要有机物，以主要原料畜禽粪污为例，其含水量很高，大量产气因此受限。”

“同时，生物天然气原料分布分散，收储运面临较大挑战。”程序说，“由于在县以下地区尚未建立‘谁排污、谁付费’和‘谁处理、谁受益’的废弃/污染物有偿处理机制，给原料收集特别是大幅降低原料成本带来极大阻碍。”

程序表示，在生物天然气产业成熟且发达的欧美国家，废弃/污染物的制造者要向生物能源企业缴纳一笔“入门费”。但此举在我国却颠倒了，即接收和转化废弃/污染物的企业需要向制造者交付原料费。“原料成本一般占生物质能企业运营总成本60%左右，企业需要付出高昂的原料费用，想盈利，很难。”

“即使发酵后残余的沼渣沼液能起到改良土壤的作用，但处理其中残留抗生素的成本问题还未有效解决，所以农民不愿意用。在固废处理要求日渐严格的当下，这成为生物天然气使用端亟需解决的问题之一。”赵听指出，“而且，生物天然气产业的上游原料供应和下游产品都缺乏专门的标准和技术规范，只能使用燃气产业现有的一些标准规范。另外，各地对沼液还田要求不一，若要实现处理后达标排放，不仅操作繁复，成本也很高。”

赵听补充说，目前他的公司每年需要处理沼液10万吨，若1亩地沼液还田7.5吨，则

需要 1.4 万亩地，而一个村庄也只有 3000 亩地。“但配套的还田管道系统还未建立，只能用车拉，若老百姓不配合，会进一步加重企业负担。”

此外，多家相关企业均表示，目前生物天然气行业总体还不是很规范，技术研发、装备制造和行业标准都需要引导。“不仅需要国家层面出台相关政策和细则引导，也需要省级层面配套的支持政策。但现在生物天然气行业存在‘九龙治水’的问题，没有牵头的主管部门，靠企业东跑西跑并不现实，无形中延长了建设时间。”上海某相关企业负责人表示。

绘制科学发展路线图深挖市场提升竞争力

据记者了解，生物天然气涉及原料收集、加工转化、能源产品消费、伴生品处理等诸多环节，对运营公司主体要求较高，既要有强大的技术支撑，重视技术使用升级的持续性和项目长期运行的收益率，还应具备一定的经济实力，以保证项目运行的可持续性。但目前相关政策分散，难以形成合力。另外，生物天然气和成型燃料的终端补贴政策支持仍显不足。

程序表示，解决行业痛点、堵点和难点，需要科学的发展路线图。一方面，要在全中国一盘棋的大系统层面统筹调度；另一方面，要鼓励就地消纳，多元综合利用。“落地的财税优惠政策、行业标准、产业监管等系列配套政策必不可少。”

也有业内人士建议，应建立激励机制，多渠道给予资金融通支持。同时，相关金融机构应主动创新融资方式，激发相关项目主体活力，确保爬坡期的生物天然气产业可持续发展。

国际生物质能协会副主席洪浩认为，目前生物天然气市场立足点仍较为模糊，消费规模远远不够，“重建设轻运营”现象普遍存在，产业发展最重要的是规划“蓝图”要落地。“从城镇、乡村布局规划着手，完善有机废弃物、畜禽粪便配套处理场所，研究适合发展的区域，依靠市场消费带动技术进步。还要拓展生物天然气多元化应用领域，推进供气、供热、供冷、供电等集成化一体化经营，培育发展市场新需求和新价值。”（渠沛然）

海上规模化二氧化碳捕集、利用及封存项目启动

中国自然资源报 2022.6.30

本报讯（记者赵宁）6月28日，中国海洋石油集团有限公司对外宣布，该公司与广东省发展改革委、壳牌（中国）有限公司和埃克森美孚（中国）投资有限公司在中国北京、广州、英国伦敦、美国休斯敦四地以“线上+线下”形式共同签署大亚湾区二氧化碳捕集、利用及封存（简称“CCS/CCUS”）集群研究项目谅解备忘录，标志着我国首个海上规模化（300~1000万吨级）CCS/CCUS集群研究项目正式启动。

据介绍，该项目将通过捕集装置，收集大亚湾区各企业在生产中排放的二氧化碳，经压缩后以管道等方式输送到附近符合条件的海域进行封存或地质利用。据初步测算，珠江口附近海域具备良好的二氧化碳封存条件，该海域二氧化碳封存容量超十亿吨，可为大亚湾乃至广东沿海的规模化CCUS产业集群提供丰富的封存资源。

发展生物质氢能前景广阔

经济日报 2022.6.22

以植物、菌藻和动物等有机质为原料，提炼氢并使其与氧反应产生能量，用于热源和动力，称为生物质氢能。从生产的大规模和经济性看，其原料主要来自于甘蔗、甜高粱、甜菜和木薯等植物。

生物质原料，本身因可燃烧等特性就是生物质能源，通过“生物质加工提醇—醇类制氢—氢氧反应”过程形成氢能。生物质能源从碳排放程度变化看，可分为直接燃用动物油及植物、菌藻植物提取乙醇燃用和乙醇等重整制氢使用三个阶段。人类生物质能源的生产和消费，在第一阶段中直接燃烧，污染和碳排放量很大；第二阶段生物质精细加工及使用，污染及碳排放减少；第三阶段通过深化加工，转制氢能，实现生产和使用的低污染和零排放。

作为第三阶段的生物质氢能，其优点在于：它属于绿氢，由植物生长吸收阳光照热、土壤水分和二氧化碳，并将成熟后的果实和秸秆发酵提取乙醇，再重整制氢而形成，加工转换排碳量微小；从生物质原料到加工提取的乙醇能源，发酵蒸馏获得乙醇转换用能不多，并且可来自于部分秸秆或酒糟燃烧加温或者光电风电加热，能源转换次数少，转换消耗能源低；生物质直接发酵提取乙醇，并由化学反应获得氢气，减少了风能、光能、电解水制氢需要先储能的环节，节省了成本和能源转换损耗。

从世界范围来看，当前各国主要通过石化原料加工制氢，而风能、光能、电解水制氢和生物发酵重整制氢的产量不到总产量的1%，其中生物氢产能不到绿氢产能的1%，生物质氢能发展还处于萌芽阶段。目前生物质能源生产和消费大国主要是巴西、美国。巴西甘蔗生产的生物质乙醇等能源占其总能源消费的17.4%，轻型乘用车燃料总消耗中，生物乙醇占48.3%；美国2020年生产生物乙醇5050万吨，70%左右用于汽车动力，大部分地区使用掺加10%的生物乙醇汽油，近期为应对俄乌冲突提高到了15%。我国2020年生物燃料乙醇生产能力为300万吨左右，原料主要为玉米，乙醇掺入汽油比为10%，可加注使用的地区为黑龙江、吉林、辽宁、河南、安徽和广西，以及内蒙古、山东、湖北和河北等省区的部分盟地市。

从我国国情和生物质能源特点来看，未来15年到20年，应当先走完生物质能源发展的第二阶段，为第三阶段生物氢能源发展打好基础。现阶段应大力发展生物乙醇能源，生物质氢能是生物乙醇能源的制作再加工和产业再深化，因此乙醇生产难点，也是未来生物质氢能生产和产业链的难点。从上下游产业来看，集储装卸环节还存在诸多堵点。例如，在上游生产方面，目前提醇和制氢技术已经攻克，主要面临储运成本较高问题；下游产业发展主要是生物氢能生产地与使用地之间的多次罐储、装卸、运输、分销和加注等物流服务成本高；较经济的储运装卸氢能技术需要在材料和方式方面突破，新技术需考虑成本水平是否为市场需求接受；等等。

推进生物乙醇能源市场化，建议先发展植物乙醇，使其种植、集储、提醇实现经济性生产，将乙醇的成本降下来，形成制氢用原料规模化供给，实现储装运卸和终端使用方面关键性技术的突破，形成生物乙醇转制氢能的需求市场。以原料市场保证氢能生产供给，以需求市场平衡供给和拉动生产。这方面可借鉴美国和巴西的经验，普及掺加 15% 乙醇汽油和 20% 乙醇柴油的使用。

应当通过农业与工业融合，统筹粮食和能源发展。用土地和劳动力要素密集型投入路线，既生产乙醇和未来制氢，又形成“副产品饲料—养殖牲畜—产出肉奶—有机粪肥—生态蔬菜”，助力农村产业融合。考虑到甜高粱等植物特性，种植规模上以 3000 亩到 15000 亩面积为宜。如果有一体化机械作业、道路条件优越和更低成本的集储运模式，那么乙醇加工规模可以相应扩大。（周天勇）

中外专家共商减少海洋塑料垃圾管理路径

中国自然资源报 2022.6.24

本报讯 近日，塑料再思考项目总结大会暨循环经济与海洋垃圾管理中欧对话以线上线相结合的形式举行。会议邀请了来自欧盟、中国、越南等国家和地区的专家代表共同分享循环经济和塑料垃圾管理的政策实践，深入剖析塑料再思考项目在中国的试点经验和成果。

“塑料再思考——循环经济应对海洋垃圾”项目由欧盟和德国联邦经济合作与发展部支持，旨在通过提升东亚、东南亚部分国家生产环节的塑料垃圾处理能力，减少进入海洋的塑料垃圾。项目在中国实施了覆盖农膜、包装、商港和渔船打捞垃圾等领域的六个一年期试点。

国家海洋信息中心作为项目专题四“减少海洋源垃圾”框架下的中国商港船舶废弃物管理天津试点的中方执行单位，介绍了天津港试点项目自实施以来的开展情况及研究成果。项目在详细梳理分析天津港船舶废弃物管理现状的基础上，借鉴欧盟港口管理经验，提出改进建议，形成天津港船舶废弃物管理手册。此外，项目还广泛开展了减少海洋垃圾的宣传活动。

会议期间，国内外专家还围绕议题交流了越南港口试点、上海港口试点和海南渔港试点的实践经验。与会专家指出，减少海洋源垃圾要形成可持续的激励机制，实现垃圾处理设施的有效衔接，形成闭环管理模式，并进一步做好港口废弃物管理工作。（王苏）

瑞士科学家研制出环保塑料

参考消息 2022.6.30

【埃菲社日内瓦 6 月 27 日报道】题：科学家制造出对环境友好的新型塑料

瑞士洛桑联邦理工学院的一个科学家团队研制出一种特性类似于聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）的新型塑料，这种塑料由植物“不可食用”部分制成，易于生物降解。PET 是最常

用于食品和化妆品领域的塑料材料之一。

对抗塑料堆积是环境议题中有待攻克的一大挑战，一些考察活动已证实存在由这种废弃物堆积而成的“岛屿”，它们漂浮在海洋表面，其中一些甚至与格陵兰岛面积（超过 200 万平方公里）相当，对海洋生态系统构成威胁。

PET 塑料在食品和化妆品包装生产过程中使用非常广泛，集成本低廉、热稳定性好、机械强度高、易于加工和兼容性好等特点于一身，因此难以找到其替代品。

洛桑联邦理工学院的新闻稿称，这些瑞士科学家在致力于研制由被称为“木质纤维素生物物质”的非食用植物原料制成的可生物降解塑料的过程中，找到了关键所在。

在这项由该校基础科学学院教授耶雷米·卢特巴赫领导的研究中，研究人员研制出一种生物物质衍生塑料，它比传统塑料更环保，并已成功用于包装丝带、纺织纤维和三维打印丝材。

卢特巴赫解释说：“我们基本上就是在廉价化学品中‘烹制’木头或其他非食用植物原料、例如农业废弃物，只需一步就能生产出塑料前体。”

他说：“通过在塑料的分子结构中保持糖结构的完整性，这种化学方法比目前替代品的生产方式要简单得多。”

新闻稿解释说，这种技术通过在加工过程中添加一种结构成分（醛），使“植物原料的某些部分保持稳定并避免在提取过程中被破坏”成为可能。

另一位研究者洛伦茨·曼克说：“借助这项简单的技术，我们能够将多达 25% 的农业废弃物或 95% 的纯糖转化成塑料。”

卢特巴赫强调，这种塑料的独特之处在于糖的结构能够保持完整。

五、太阳能

NASA 投资研发“彩虹”太阳帆

中国科学报 2022.5.31

本报讯 200 万美元资金已经到了新型太阳帆的研究人员手中，而这正是美国宇航局（NASA）创新先进概念研究（NIAC）计划的一部分。NIAC 支持有可能改变未来的项目。

太阳帆通常通过反射阳光工作，从薄而富有光泽的材料上反弹的每个光子或光粒子都会给航天器带来少量动能。但这种太阳帆存在一个很大的局限性，即除了直接远离太阳的方向外，朝着任何其他方向移动都必须旋转整个太阳帆，这使得航天器的运动不够灵活。

美国约翰斯·霍普金斯大学的 Amber Dubill 和团队找到了可弥补上述缺陷的方法——一种由衍射材料制成的太阳帆。

衍射材料中存在微小的脊线，帆上的电流可以改变脊线方向，使帆无需旋转即可从不同方向反射光线。由于脊线像棱镜一样反射光线，最终太阳帆外观会呈波纹彩虹状。

当光线从侧面反射时，它会将整个航天器推向一侧，而不是使其直接向前移动。“当你

试图朝一个方向推进航天器时，即使是来自一侧很小的推力，效果也会变得很显著。而这一过程是很难通过物理旋转整个帆来实现的。”NIAC 科学顾问 Ron Turner 说。

Dubill 团队提出了一项使用新太阳帆的任务。搭载太阳帆的航天器将到达太阳极轨，并观察其顶部和底部，这是传统航天器难以做到的。

研究人员计划测试各种材料的太阳帆在太空中的工作情况，同时为太阳探测任务开发轨道和仪器。如果一切顺利，在为期两年的任务结束时，该团队将获得派遣一支“彩虹”航天器“舰队”环绕太阳飞行的“奖励”。（徐锐）

首座光伏直供换电站：100 台电动重卡的能量补给站

科技日报 2022.6.6

5月20日，国能浙能宁东发电有限公司（以下简称宁东公司）厂区内，一辆辆挂着大红花的电动重卡特别引人注目。随着“换电重卡绿色交通（物流）示范项目”顺利竣工并投入使用，全国第一座光伏直供换电站正式开张。

这是国内首次运用分布式光伏所发“绿电”为换电站提供电量补给。无人化值守模式下，新能源车辆可在3—5分钟内实现全自动换电。

“项目为宁夏实现绿色低碳可持续发展提供了新路径和有力支撑，也是我们践行生态文明建设、助力‘双碳’目标达成的生动实践。”宁东公司总经理殷延文说。

保证重卡充电来源都是“绿电”

“我们厂区内有6兆瓦的光伏板，它发出来的电不用上国家电网系统，能直接给换电站进行供电，所以给换电重卡充的电都是光伏发电。”宁东公司相关负责人介绍。

记者了解到，“换电重卡绿色交通（物流）示范项目”由宁东公司与宁夏启源众维科技有限公司联合建设。项目一期将建成投运两座换电站，共投资5190万元，占地772平方米，可服务100台换电重卡，并且只要运输方厂区内有分布式光伏或者有空地能建换电站，光伏直供换电站项目就可以推广。

年减少二氧化碳排放约2.74万吨

“十四五”期间，宁东公司规划扩建换电站并将把为公司提供服务的大约200辆运输柴油重卡、工程机械（煤场装载机等）全部替换为新能源汽车。届时，宁东公司每年将可消纳“绿电”约3000万千瓦时，减少二氧化碳排放约2.74万吨及其他污染物（一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物、颗粒物等）排放346吨。

换电模式的电动重卡相比柴油重卡，更适用于专线运输、区域短倒、场内运输、城市渣土等不同的运营场景，而且在运输企业厂区内建设换电站，车辆能够就近及时充换电，既能解决柴油重卡污染物排放问题，又改善了电动汽车电池衰减、续航短、充电慢等问题。

据介绍，未来，电力企业还可以利用区块链技术搭建区域绿色物流新平台，引入地方政府、电网、“绿电”供应商、换电服务商、物流商、银行金融机构等共建合作模式，催生出

更多新业务、新业态、新模式，形成一个全新能源生态圈。

打造“光储充用”一体化新能源生态圈

光伏直供换电站的打造、“换电重卡绿色交通（物流）示范项目”的建设，得益于宁夏积极推进调整经济结构、转变发展方式、增强发展后劲的决策。近日，宁夏科技厅印发了《宁夏能源转型发展科技支撑行动方案》（以下简称《行动方案》），旨在指导全区能源转型发展领域的科技创新工作，为高水平建设国家新能源综合示范区提供支撑。

《行动方案》以“绿能开发、绿氢生产、绿色发展”为重点，聚焦能源生产、能源储运、能源消耗全链条的技术需求与瓶颈问题，围绕火电、光伏、风电、氢能、电网等重点领域，明确了关键技术攻关、科技成果转化、创新载体建设、创新主体培育等重点任务及对应的保障措施。

记者注意到，《行动方案》提出宁夏能源转型发展的技术创新路线图，强调以企业为主体攻关煤炭智能绿色开采、电网优化控制、可再生能源电解水制氢等关键核心技术，转化储能集成、绿氢耦合、二氧化碳捕集利用等先进科技成果。

“我们希望结合分布式光伏、梯级电池储能利用、换电站充放电能够实现‘光储充用’一体化，形成新能源车辆充换电模式互补的良性发展生态。”殷延文表示。（王迎霞 马玉娟 姚世轩 吴立峰）

全国首座潮光互补型智能光伏电站实现全容量并网

中国能源报 2022.6.1

本报讯（通讯员肖菁 李攀璐）报道 5月30日，全国首座潮光互补型智能光伏电站——国家能源集团龙源浙江温岭潮光互补型智能光伏电站实现全容量并网发电，开创了光伏与潮汐完美协调发电的新能源综合运用新模式，标志着我国在海洋能源综合利用、新能源立体式开发建设等方面取得了新成效。

该电站是全国首个也是目前唯一一个潮光互补智能光伏电站，位于浙江省温岭市坞根镇，总装机容量100兆瓦，设计布置24个发电单元，合计安装18.5万余块高效单晶硅双面组件。电站与中国第一大潮汐发电站互补，综合利用太阳能与潮汐能，形成“日月同辉齐发力、水上水下齐发电”的场景。

据了解，电站智能化、自动化程度达到国内一流水平，实现少人、无人值守。电站运用无人机巡检技术及AI智能诊断系统，依托数字化平台大数据分析，开展光伏发电设备的健康监测远程诊断，提前发现设备潜在问题，预警准确率85%以上，达到行业领先，实现从“人找信息”向“信息找人”的转变，设备运维由被动变为主动，有力保障了电站经济效益。

按照积极打造智能化发电项目的建设思路，该电站同步配套建设安装0.5万千瓦时储能设备，是浙江省首个实现“光伏+储能”联合一次调频控制技术的新能源电站。电站充分利用储能系统能量的充放电置换，以及毫秒级的功率快速响应特征，使其从“适应电网运

行”有效转变为“支撑电网运行”，平均调频效果可达95%以上，平均响应滞后时间可达200毫秒以内。

为确保潮光互补工程产生的清洁能源可以安全高效运输和消纳，国网浙江台州供电公司承接了该项目的110千伏送出工程和光伏并网工作。该项目并网发电后，预计在20年运行期内，年平均发电小时数达1092小时，年发电量超1亿千瓦时并全额上网消纳，可满足约3万户城镇居民一年的家庭用电需求，与相同发电量的火电相比，每年可节约标准煤31654吨，每年减少二氧化碳排放84479吨。

水风光一体化开发优化水电发展

中国能源报 2022.6.13

本报讯 近日，水电水利规划设计总院副院长赵增海撰文指出，新近出台的《“十四五”可再生能源发展规划》，提出了坚持创新驱动、多元迭代、系统观念、市场主导、生态优先、协同融合的基本原则。在总结水电历史发展经验的基础上，按照《中华人民共和国可再生能源法》《中华人民共和国长江保护法》等相关法律法规的要求，结合水电发展的新形势、新要求，综合考虑生态环境保护要求、移民安置条件、国土空间规划布局、电站建设的技术经济可行性等因素，对“十四五”水电发展形势进行了综合研判，科学提出了水电发展的目标、规模和布局，建立了水电可持续发展项目清单，是指导水电行业高质量发展重要的纲领性文件。

赵增海认为，“十四五”期间，我国水电行业需要遵循新的发展思路：

一是遵循生态优先、发展共赢原则。

无论是新开工的水电项目，还是已建项目增容、扩机，都要始终把生态优先作为开发的重要前提，把促进地方经济发展作为重要任务。水电工程规模大、总投资高，重点推进项目主要在西部地区，是当前扩大有效投资、保持经济平稳增长的重要手段，是与地方经济社会发展深度融合、促进乡村振兴的重要举措，是近远期统筹经济发展和碳达峰碳中和目标的重要选择。

二是积极推动电量和容量并重发展。

作为可再生能源的重要组成部分，水电是解决区域发展不平衡不充分的重要举措，是构建“清洁低碳、安全高效”能源体系的基石。在新能源占比逐步提高的新型电力系统中，水电发展的功能定位将从以电量为主转变为电量和容量支撑并重，并通过扩机增容进一步提高调节能力，在助力新能源大规模外送、平抑新能源出力波动、提升系统资源利用效率等方面发挥重要作用。

三是统筹推进水风光基地一体化开发。

以水风光综合基地一体化发展为契机，紧扣新型电力系统建设的需要，“十四五”水电在注重推动增量部分高质量发展的同时，提出了优化存量发展的新路径。一方面大力推动具

有调节能力的战略性水库项目建设；另一方面积极推进现有水电基地扩机及电站机组增容改造，进一步提升梯级水电灵活调节能力，支撑新能源大规模发展。以西南水电基地为重点，做好风能、太阳能资源普查，开展一体化规划建设、运行、送出与消纳等系统研究，统筹推进水风光综合基地开发建设，实现水电开发与新能源发展相得益彰。（张雯）

太阳能汽车对电动汽车构成挑战

参考消息 2022.6.19

【英国《每日电讯报》网站6月14日报道】题：世界首辆太阳能汽车对电动汽车构成挑战（记者霍华德·马斯托）

一家荷兰公司今年开始交付世界首辆商用太阳能汽车，这可能会加剧汽车行业内为实现净零排放而展开的竞争。

成立于2016年的光年汽车公司正在生产近1000辆主要由电池驱动的汽车，其车顶和引擎盖上安装了弯曲的太阳能电池板。该公司称，利用太阳能发电可以为该款车每天388英里（约合625公里）的行驶里程贡献多达44英里。

“光年0”车型预售价为26.3万美元。在一年中阳光最充足的月份，它将让短途行驶完全由太阳能提供动力。

虽然这不是什么新鲜事，但它被视为解决电动汽车革命中缺少可用充电设施这一问题的一个潜在办法。

光年汽车公司表示，到2025年，它将在英国和美国销售汽车，最有可能在英国爱丁堡。在那里，太阳能电池板每天可以驱动汽车行驶8.8英里。

近几个月来，一些企业利用太阳能电池板发电，开始或接近于生产这种汽车。

今年早些时候，德国梅赛德斯-奔驰公司开始涉足这一市场，推出了Vision EQXX电动汽车，充一次电可行驶1000公里。4月在阿尔卑斯山进行的一次长达11个半小时的测试中，车顶太阳能电池板令行驶里程增加了25公里。

本月早些时候，一群比利时学生驾驶一辆太阳能汽车12小时，行驶了1051公里，创下世界纪录。但是，由于车内只有司机的空间，这种汽车不大可能很快上市销售。

英国拉夫伯勒大学名誉教授、汽车工业学会会长、汽车专家吉姆·萨克说，太阳能电池板一直没能成为汽车的重要特征，因为它们只能利用有限的表面积进行充电。

城市中的林荫道和隧道会产生阴影，而这些是位置固定的太阳能发电厂不用面对的挑战。

2017年，特斯拉公司首席执行官埃隆·马斯克曾表示，虽然他支持太阳能，但该公司一直回避这项技术，因为“利用太阳能最低效的领域就是汽车”。

然而在那之后，太阳能电池板价格下跌，而且每平方英寸的太阳能电池板可提供更多电力。

但是，对许多人来说，“光年0”的价格仍是遥不可及的。总部设在德国慕尼黑的索诺

汽车公司正在开发一种更便宜的家用车型 Sion，其零售价将为 2.85 万欧元。它不会在英国上市，因为索诺汽车公司为了降低成本开发的是左驾车型。按照设计，其行驶里程为 190 英里，在慕尼黑常规天气情况下，每天应该能提供 10 英里的纯太阳能里程。

该公司联合创始人兼首席执行官劳林·黑恩说：“我们正处在两个非常重要趋势的交叉点。一方面，太阳能技术正变得越来越便宜，越来越高效。另一方面，我们看到电动汽车行业取得重大发展。这包括电池技术持续得到改进，以及电动汽车在客户中的普及率不断提高。我们认为，这些趋势和相关企业之间产生交集对太阳能电动汽车而言是最佳机会。”

萨克说，成本和环境面临的挑战将阻碍大众接受太阳能汽车。

你住得离两极越近，太阳能供应就越具有季节性。太阳能电池板也需要保持清洁。此外，将汽车停在车库或多层停车场的人获得的好处有限。

和电动汽车一样，爬坡、刹车和使用空调都将加快耗电速度。

萨克认为，主要问题是：“为了多跑 10 英里，你要花多少钱？”

由于供应问题对全球行业造成冲击，降低此类汽车的成本将是困难的。钢铁、铝、铜和多晶硅——用来制造电池板的高纯度硅有机树脂——的价格飞涨。

然而，国际能源署认为，随着油价逼近历史新高，太阳能的价格仍比较便宜，太阳能汽车与传统动力汽车相比仍有竞争力。

美国标普全球商品洞察公司的埃杜尔内·索科说，太阳能“与传统能源相比具有竞争力，后者的价格在过去一年里大幅上涨”。他还说，在许多地方，太阳能是“最便宜的能源之一”。

萨克说，尽管面临诸多挑战，但“我认为它们拥有巨大潜力，只是要让技术达到那个阶段”。

建设实证实验平台 推动光伏、储能产业高质量发展

科技日报 2022.6.28

科技日报讯（记者张蕴 通讯员李龙 吴梦雪）6月27日，国家光伏、储能实证实验平台（大庆基地）（以下简称平台）学术委员会的专家表示，平台自今年1月建成运行后，在数据实时采集和分析等方面取得了众多成果，对推动国家光伏、储能产业高质量发展、助力新型电力系统构建发挥了重要作用。

平台位于黑龙江省大庆市，是国家能源局批准的首个国家级光伏储能实证实验平台，以推动光伏、储能行业发展为目标，于2021年11月启动试运行，今年1月正式运行，平台填补了行业户外实证空白。据悉，平台总建设规模105万千瓦，实证实验约640种方案。一期项目实证实验方案161种、产品69种，涉及31个制造厂商，基本涵盖了国家光伏、储能行业的主流产品和具备推广应用的新产品。

“为了体现公正性，力求所有被测试设备边界条件的一致性，平台安装了涵盖资源、环

境、电性能、机械性能等7大类19种在线测试设备共计515台(套),实现了光伏电站全要素、全过程数据实时采集和分析。”国家电投集团专家委员会专家谢小平表示,平台建立了完整的检测机制、运行机制、数据发布机制和应用机制,确保平台建设、运行和成果使用有章可循、科学规范。

中国科学院院士、浙江大学材料科学与工程学院教授杨德仁表示:“平台形成了很好的数据库,后期可以通过白皮书等形式,为相关企业和大专院校开展科技研究提供公共数据服务,推动行业技术进步和高质量发展。”

据悉,平台刚刚成立的学术委员会将作为平台技术支撑、技术审查的重要载体,担负审议平台建设方案、实证测试方案、实证分析方法的科学性、合理性;评定平台数据分析报告的科学性、准确性;评审“揭榜挂帅”等科研项目的完成质量等任务。

平台学术委员会表示,平台未来将探索“光伏+储能”的最优化配置,在储能的电芯控制、储能控制策略等方面开展更多研究,希望能加强融合创新,发挥积累数据和技术优势,推动国家光伏、储能产业高质量发展。

可再生能源技术重要里程碑

钙钛矿太阳能电池寿命延至30年

科技日报 2022.6.17

科技日报北京6月16日电(实习记者张佳欣)据最新一期《科学》杂志报道,美国普林斯顿大学研究人员开发出了第一个具有商业可行性的钙钛矿太阳能电池,这标志着一种新兴的可再生能源技术的重要里程碑。该团队预计,他们的设备可在超过行业标准的情况下运行大约30年,远远超过太阳能电池20年寿命的门槛。

该设备不仅经久耐用,还符合通用的能效标准。这是此类电池中第一个可与硅基电池性能相媲美的电池。

钙钛矿是一种具有特殊晶体结构的半导体,非常适合用于太阳能电池技术。它们可在室温下制造,使用的能源比硅少得多,因此生产成本更低,更可持续。

早期的钙钛矿型太阳能电池(PSC)在2009—2012年间问世,只能持续几分钟。2017年的纪录是电池在室温连续照明下工作了一年,而新设备能在类似实验室条件下运行5年。研究人员表示,这一创纪录的设计突显了PSC的耐用潜力,特别是作为推动太阳能电池技术超越硅极限的一种方式。

此次,研究人员对不同材料进行了分层,以优化光吸收,同时保护最脆弱的区域不受照射。他们在两个关键成分之间开发了一层超薄的“二维覆盖层”:吸收钙钛矿层和由铜盐及其他物质制成的荷电层。目标是防止钙钛矿半导体在几周或几个月内烧毁。

研究人员还对这些设计进行了数十次排列,改变几何结构中的微小细节及覆盖层数,并尝试了数十种材料组合。实验结果显示,新设备在平均温度约为35℃且连续照明至少5年

的情况下，可发挥出 80% 以上的峰值效率。

研究人员表示，从长远来看，钙钛矿可在室温下制造，其制造可避免燃烧大量的化石燃料。但新技术的开发并不意味着 PSC 将在很大程度上取代硅设备，而是对旧技术的补充，从而使太阳能电池更便宜、更高效、更耐用，并将太阳能扩展到现代生活中更多新领域。

新型太阳能电池光电转化效率达 25%

有望应用于车辆和可折叠设备

科技日报 2022.6.30

科技日报北京 6 月 29 日电（记者刘霞）德国和比利时的研究人员携手研制出一款新型钙钛矿/铜铟二硒化物（CIS）串联太阳能电池，其光电转化效率达到 25%，为迄今同类产品最高值。这款太阳能电池柔韧轻便，用途广泛，有望应用于车辆、便携式设备和可折叠设备内。最新研究刊发于美国化学学会下属《ACS·能源快报》杂志。

钙钛矿是一种拥有特殊晶体结构的新型材料。过去 10 年，钙钛矿太阳能电池进展迅速，其光电转化效率可与久负盛名的硅太阳能电池相媲美。

两个或多个电池堆叠使用可提高太阳能电池的效率。如果堆叠的每个太阳能电池能有效吸收来自太阳光谱不同部分的光，则可以减少固有损耗并提高整个电池的光电转化效率。由于钙钛矿太阳能电池“多才多艺”，已经成为堆叠太阳能电池领域的“翘楚”。使用钙钛矿和硅的串联太阳能电池的光电转化效率最高达到 29% 以上，大大高于单独使用钙钛矿（25.7%）或硅（26.7%）制成的电池。

在最新研究中，由卡尔斯鲁厄理工学院的马科·普雷西亚多博士领导的国际研究团队成功生产了钙钛矿/CIS 串联太阳能电池，光电转化效率最高为 24.9%，为此类技术迄今最高光电转化效率。

研究人员称，将钙钛矿与铜铟二硒化物或铜铟镓二硒化物等其他材料结合，有望催生柔韧而轻便的串联太阳能电池。这种电池不仅可以被安装在建筑物上，还可以安装在车辆和便携式设备上，甚至可以折叠或卷起储存，并在需要时延伸，例如安装在百叶窗或遮阳篷上，遮阳的同时也可发电。

研究人员表示：“最新研究证明了钙钛矿/CIS 串联太阳能电池的潜力，为未来可能将效率提高到 30% 以上铺平了道路。”

这种节能玻璃可灵活“调控”热量进出

科技日报 2022.6.29

在冬季，室内热量的来源主要是太阳辐射和加热器辐射。太阳辐射会通过玻璃进入室内，而室内温度通常高于室外，再加上暖气片、加热器等各类取暖设备会发射出室温下的中

远红外辐射，辐射打到玻璃上，玻璃吸收辐射的热量后升温，随后又会把这部分能量交给室外的冰天雪地，由此造成大量的能量流失。

如果我们可以用一种方式，让太阳辐射更多地进入室内，且取暖设备辐射更少地流出，那么，就可以大大地减少这类能源消耗。

如今，科学家们已研发出一种新材料。把它涂到玻璃上，玻璃就拥有了调控阳光的能力，变成新型节能玻璃。那么，这种新型材料是什么？它如何让玻璃发挥节能作用？与传统节能玻璃相比，又有什么优势呢？

从普通玻璃到节能玻璃只差一层涂料

太阳热辐射与室内热辐射最大的区别，就在于它们处于不同的波段。因此，如果在玻璃上设置好波段的出入条件，我们就可以人为地调控它们的去留。

基于这样的思路，中国科学院工程热物理研究所的科研人员将高透明高分子材料与具有特定结构的纳米组分单元相结合，设计了一种对于辐射能够进行调控的超材料（指具有特殊性质的人造材料）。

把这种人造材料涂抹在普通的玻璃上，就可以把普通的玻璃变成新型节能玻璃。

在这种超材料中，高透明高分子材料可以让可见光更好地通过，纳米单元则负责筛选辐射——遇到短波长的太阳辐射时，它会被激活，并放行能量；而对于室温物体所发射的长波长的热辐射，则会形成一张“大网”，将其反射回去。

这种超材料与玻璃相结合，就可以让玻璃在保持良好透光性的同时，选择性通过热辐射，进而达到冬季保温、夏季阻热的目的。

新型节能玻璃的节能效果到底如何？科研人员进行了一场实验：两个玻璃房模型，一个由普通玻璃制成，另一个由高效节能玻璃制成。两个模型内的初始温度都是 21 摄氏度，打开模拟日光照射设备让它们同时接受阳光直射。

实验结果显示，一个小时过去后，普通玻璃房的温度提升到 27.3 摄氏度，高效节能玻璃房的温度升高到 43 摄氏度。

两个模型房的温度相较于初始温度，分别提高了 6.3 摄氏度和 22 摄氏度。也就是说，高效节能玻璃房比普通玻璃房多提高了 15.7 摄氏度。

这表明，高效节能玻璃对太阳光热辐射有着更好的通过率，同时对室内热辐射的外溢也有着更好阻拦效果。

相比传统节能玻璃更高效、应用更灵活

对比现有的节能玻璃，新型节能玻璃的优势主要有 3 点。

第一个优势是高效性。使用新型节能玻璃，可以在保证室内节能的同时，尽量让更多的太阳光照射进来，因此对室内的温度控制有更好的效果。

实验显示，传统节能玻璃的可见光透过率相对较低，一般为 30%—70%，但新型节能玻璃可达到 85% 以上。

第二个优势是生产、运输和使用过程中的便捷性。生产常规节能玻璃要在真空中蒸镀各种镀层，这个过程会产生较高的生产成本，运输也不方便。另外，因为常规节能玻璃的里面是真空的，更新替换需要整体更换。

而对于新型节能玻璃来说，不管是传统玻璃，还是有一定节能性能的玻璃，只要已然成型，就不需要拆掉或再做其他的变动，只用涂上这种材料，或者贴上由该材料做成的贴膜就可以使用了。

第三个优势是灵活性。这种超材料是一种柔性材料，它可以应用于不同的场景。

举个例子，在以前，如果想把低辐射玻璃应用在帐篷上，难度就比较大。因为低辐射玻璃需用双层的、很厚的玻璃把里面的功能层保护起来，缺少灵活性。而现在，我们可以通过这项新技术，将超材料做成贴膜，或者直接做成涂层喷在帐篷上。

虽然新型节能玻璃在实验室中表现良好，但由于更广泛的耐环境性测试，例如严寒地区、高盐雾地区的测试还未开展，普适性还有待考证。（陈琳 陈劲涛）

《中国光伏产业从业人员白皮书（2021-2022年版）》发布—— 2025年光伏行业直接从业人员需求将突破55万

中国能源报 2022.6.27

本报讯（记者姚金楠）报道：6月22日，中国光伏行业协会联合中国电子信息产业发展研究院正式发布《中国光伏产业从业人员白皮书（2021-2022年版）》。《白皮书》预计，2025年，我国光伏直接从业人员需求将达到55.7万-66.8万人，2022年-2025年年均新增需求约为3.7万-6.5万人。

《白皮书》显示，2021年，我国光伏产业在多晶硅料、硅片、电池、组件、逆变器等主产业链制造环节，以及下游电站端开发、集成、运维环节的直接从业人员总数约为41万人。综合间接和派生从业人员，《白皮书》测算，2021年中国光伏行业总体从业人数约为246万人。到2025年，全行业人员需求总量预计达到334.2万-400.8万人，2022年-2025年，年均新增需求约为22.1万-38.7万人。

《白皮书》援引国际可再生能源机构（IRENA）的数据指出，2020年全球光伏就业人数为397.5万人，高于2019年的375.5万人，同比增长6%，占全球全部可再生能源产业从业人员的33.1%，2021年全球光伏产业从业人员数量预计将达到535万人，同比增长34.6%。预计2021年-2030年，全球光伏产业从业人员数量将保持高速增长，年均增长率预计达到13.7%，2030年光伏产业从业人员预计达到1705万人；2030年-2050年，光伏产业从业人员数量将基本饱和，年均增长率为0.7%，2050年光伏产业从业人员数量预计将达到1959.4万人。

在此背景下，《白皮书》表示，我国光伏行业从业人员整体呈现出四大特点。第一，充分发挥了海外人才的优势，海外光伏市场的大规模发展，海外留学华侨携技术涌入，源

源不断的海外人才把光伏领域内各类先进技术带回中国，推动了我国光伏制造产能的快速扩大；第二，充分利用泛半导体行业人才，国内泛半导体产业的深厚积累丰富了光伏人才，我国通过 80 年代、90 年代科技攻关项目，在半导体设备材料领域积累了一批人才，这些人才在光伏领域开枝散叶，成为我国光伏配套产业发展的重要支撑；第三，从业人员年轻化且与产业共成长，光伏产业在我国的发展历程仅有十几年时间，从业人员呈现年轻化特征，30 岁以下人员占比超过半数，人才队伍伴随产业发展逐步成长，但这也导致光伏产业人才在决策层话语权较弱；第四，人才随产业发展而集聚，产业发展较早的地区往往建立起了相对完善的产业培养体系，随着产业发展逐步成熟，产业布局更趋合理，也吸引了更多人才，但由于产业规模化发展不足、配套不完善，人才保有率相对不足。

《白皮书》表示，随着产业的高速发展，我国光伏行业在高级管理、高端研发、工程技术、信息化和复合型人才方面的需求将持续增加。为此，《白皮书》针对光伏产业人才队伍建设发展提出，要强化高端人才供给、完善光伏相关学科建设、加强产教融合、保证人才良性竞争环境。

创新探索“光伏 + 农作物”模式

中国电力报新能源 2022.6.24

本报讯（雷川）“首批种植的甘薯长势都非常不错，再过四个月，就能收获了。”“以前都是头顶烈日背朝天，没想到在光伏板下也能种菜了。”6 月上旬，正是华电湖北枣阳唐梓山光伏基地甘薯大田农忙时，湖北农科院专家带领种植专业户在光伏板下进行种苗修整、除草、施肥，种植基地一片热火朝天。

今年 5 月，华电湖北公司“农渔光（林光）互补发电项目生态种植关键技术研究与示范”项目正式进入种植阶段。作为集团公司科技项目，该公司在湖北枣阳唐梓山光伏基地完成食用甘薯、淀粉甘薯、菜用甘薯苗的大田移栽，甘薯苗整齐排列在 50 亩光伏板下，为光伏发电项目增添“绿意生机”。

“光伏 + 农作物”新能源发展模式是以农作物种植为载体的创新发展模式，能有效缓解人地矛盾，充分利用光伏板下空余空间，为农作物提供有利环境，实现“板上发电，板下培育农作物”的农光互补模式，实现土地立体化利用，促进社会经济可持续发展。

湖北枣阳唐梓山光伏基地作为华电湖北公司首次种植农作物的实践基地，与华中农业大学、湖北农科院粮食作物研究所等机构合作探索“农光互补”发展模式。据悉，该项目的实施为地方带动就业 40 人次，首批农作物将于今年 10 月成熟，预计产值达 20 万元，具有非常高的经济效益、社会效益和环保效益。

一直以来，华电湖北公司坚定不移落实“碳达峰、碳中和”目标要求，贯彻落实集团公司“五三六战略”，大力发展“新能源 + 特色产业”，积极探索推进“光伏 + 农作物”，在能源绿色转型进程中服务和促进地方经济发展。

下一步，华电湖北公司将推广实施“新能源+特色产业”模式，结合存量、在建、拟建以及规划项目实际，根据湖北省各地区资源要素和地方特点，一地一策定制方案，推进“农光互补”“林光互补”“渔光互补”，促进地方经济良性循环，履行央企责任担当。

“逐日工程” 光明在前

全链路全系统空间太阳能电站地面验证系统通过验收

中国科学报 2022.6.29

近日，世界首个全链路全系统的空间太阳能电站地面验证系统通过专家组验收。中国工程院院士、西安电子科技大学（以下简称西电）教授段宝岩带领“逐日工程”研究团队研制的这一验证系统突破并验证了高效率聚光与光电转换、微波转换、微波发射与波形优化、微波波束指向测量与控制、微波接收与整流、灵巧机械结构设计等多项关键技术。

专家认为，该成果对我国下一代微波功率无线传输技术与空间太阳能电站理论与技术的发展具有支撑、引领作用，应用前景十分广阔。

验证完整过程

2014年，工信部、发展改革委、科技部等16个部委组织来自国内的130余位专家开展了近一年的工作，完成了《中国太空发电站发展规划及关键技术体系规划论证报告》，为我国开展太空发电站关键技术攻关决策提供了重要指引。

与此同时，段宝岩团队提出了欧米伽（OMEGA）空间太阳能电站设计方案。该设计方案与美国的阿尔法（ALPHA）设计方案相比，具备3个优势：控制难度下降、散热压力减轻、功质比（天上系统的单位质量所产生的电）提高约24%。

“空间太阳能电站研究，目前在全世界是一个热点。”段宝岩介绍说，各国先后做出了探索，其中日本研究者于2015年开展了55米距离的微波无线传能实验，验证了基于5.8吉赫频率、固态源和相控阵体制下的传输，传输效率为9.88%，在微波无线能量传输技术方面暂处世界领先地位。

“但日本的这种试验系统依然不是全链路的，缺少了从光到电的过程，他们的技术优势集中在从发射天线到接收天线这一链路。”段宝岩补充说，“而西电搭建的这个地面验证系统，是全链路全系统的，实现了从跟日、聚光、光电转换、微波发射到微波接收整流等完整过程。”

提前近三年测试成功

10年来，段宝岩研究团队从方案提出、理论分析、仿真计算，到室内传能验证、户外地面验证，稳步开展空间太阳能电站相关研究工作。

2018年12月23日，在“空间太阳能电站系统项目”启动仪式暨高峰论坛上，西电空间太阳能电站研究项目被命名为“逐日工程”。在顺利完成了理论研究计算、室内传能验证之后，段宝岩研究团队拉开了“逐日工程”空间太阳能电站的户外地面验证挑战序幕。

“逐日工程”空间太阳能电站地面验证系统位于西电南校区，其支撑塔为75米高的钢结构，验证系统主要包括5大子系统：欧米伽聚光与光电转换、电力传输与管理、射频发射天线、接收与整流天线、控制与测量。其工作原理是根据太阳高度角确定聚光镜需要倾斜的角度，在接收到聚光镜反射的太阳光后，位于聚光镜中心的光伏电池阵，将其转化为直流电能。随后，通过电源管理模块，4个聚光系统转换得到的电能汇聚到中间发射天线，经过振荡器和放大器等模块，电能被进一步转化为微波，利用无线传输的形式发射到接收天线。最后，接收天线将微波整流再次转换成直流电供给负载。

“从事科学研究工作，特别是我们这样的工程项目，需要亲自动手，需要实际操作，需要一次次跑现场，绝不是坐在电脑上做做仿真就行的。”段宝岩反复强调。

“计算仿真，安装调试，其实这都不算啥，有时我们碰到的难题，完全不像是在做研究。”“逐日工程”项目组主要成员张逸群说。

经过一千多个日夜的奋战，全链路、全系统的空间太阳能电站地面验证系统通过验收时间比原定的技术路线节点提前了近3年。

段宝岩告诉记者，空间太阳能电站研究是一个能源领域的“曼哈顿工程”，涉及的技术领域非常多，最终实现天地之间的传输需要几代人接续奋斗。

“我们的研究从最可能实现的地方做起。这样做的好处，就是可以‘让一部分人先富起来’。”段宝岩说。

首先是让太空运转的各类航空器以及地面运转的移动设备获益。段宝岩设想，空间太阳能电站未来可以成为轨道中的“太空充电桩”。他指出，目前中小卫星需要携带庞大的太阳帆板进行充电，但其效率低，当卫星运行到地球阴影区时便无法充电。如果有了“太空充电桩”，卫星只需一架可收展的接收天线即可充电，就像加油站一样。

此外，一旦地面无线充电桩的构想获得突破，便能在边远地区供电、救灾、突发事件无线供电以及降低恶劣气候影响方面大展身手。

接下来，段宝岩团队将在目前已经实现的一对一传输基础上，探索微波大功率无线传输一对多等方向。（张行勇 关宏才）

美媒述评：中国开发空间太阳能影响深远

参考消息 2022.6.21

【美国《国会山》日报网6月19日报道】题：中国的空间太阳能项目可能成为清洁能源领域的颠覆者的颠覆者（记者马克·惠廷顿）

据美国《太空新闻》报道，中国空间技术研究院计划开展空间太阳能发电技术实验，可能成为清洁能源领域的颠覆者。这也是中国在全世界扩大影响力的有力工具。

首先，中国将于2028年向近地轨道发射一个10千瓦的太阳能集热器，该集热器能够向地面接收站传输太阳能。接着，到2030年，中国将在地球静止轨道上部署一座1兆瓦的太

太阳能发电站，能够将太阳能跨越 35800 公里传输到地球表面。此后，中国将于 2035 年建设另一座 10 兆瓦的发电站，最终在 2050 年建成一个能够为大城市供电的 2 吉瓦电站。

这个电站将有 1 公里宽的巨大太阳能电池板，这意味着需要具备在太空组装大规模基础设施的能力。也许中国人在建造空间太阳能电站之前，必须在月球上开采原材料并在太空制造组件，以节省从地球发射的成本。

中国的西安电子科技大学已经建成了一个空间太阳能电站地面验证系统。据《太空新闻》报道，这一验证系统突破并验证了高效率聚光与光电转换、微波转换、微波发射与波形优化、微波波束指向测量与控制、微波接收与整流等多项关键技术。

如果中国成功实现空间太阳能发电，它将获得众多优势。

第一，中国将成为绿色能源技术的领导者。中国目前在燃煤电厂建设方面处于世界领先地位。

其次，发展此类技术将使中国成为一流航天大国。空间太阳能相关产业将使中国在相关领域占据主导地位。

最后，空间太阳能将成为“一带一路”倡议的重要组成部分，该倡议旨在通过基础设施投资将中国与大部分发展中国家联系起来。想象一下，如果你是一名国家领导人，国内资源丰富但基础设施贫乏，中国为你提供了至少 2 吉瓦的太空清洁能源，你会怎么做？

美国等《阿耳忒弥斯协议》签署国要小心了。第一个以开发太空促进地球发展的国家将拥有未来。

六、地热能

天津首个地热矿业权集中打包出让项目全面施工

中国自然资源报 2022.6.29

本报讯（记者段春祥 通讯员焦捷）日前，天津市首个地热矿业权集中打包出让项目——宁河区北淮淀示范镇地热供暖项目进入全面施工阶段。这是天津市首次采用三对地热井同步出让矿业权、同步建设，实现了地热矿业权管理模式上的创新突破，有利于提高资源配置效率，合理布局地热井位置，解决规模性清洁集中供热。按计划，该项目将于 10 月完工，今冬投入使用。

按照天津市委、市政府“留白、留绿、留朴”的要求，为扎实推进七里海湿地生态保护修复，北淮淀示范镇作为安置七里海湿地缓冲区村庄生态移民安置项目，正在加紧建设。该示范镇将充分利用地热资源，按照“一采一灌”（一对井）的建设要求布设三对地热井。全部建成后，将覆盖整个北淮淀示范镇供暖，预计总采量达 70 万立方米/年，年累计供热量 18.24 吉焦，每年可节省标煤 9960 吨，减少碳排放 2.3 万吨。

据了解，此前地热矿业权出让都是一个矿业权对应一对地热井，此次天津市创新采用集中打包方式出让，一个矿业权包括三对地热井，管理模式从单井开采量控制，变为三对井总

量控制，将使地热开发更加有序。

近年来，天津持续推进地热资源的可持续开发利用，已成为全国采用地热供暖规模最大的城市。“十四五”期间，天津市将进一步开展深部热储勘查工作，向地下4000米~6000米深层地热探采进军，建设国内领先的深部地热资源开发利用示范区。同时，天津市还将构建数字地热平台，搭建可视化三维地热地质模型，实时监控水温、水量、水位变化，实现地热资源智慧化开发利用。

公共建筑全面推广地热能应用

中国能源报 2022.6.6

本报讯 近日，山西省发改委、省自然资源厅、省住房和城乡建设厅和省能源局联合发布《关于全面推广地热能公共建筑应用的通知》（下称《通知》），大力推进公共建筑地热能供暖（制冷）应用，统筹规划地热能开发利用和城市建设，试点带动公共建筑地热能应用高质量发展。

《通知》明确，重点选择在机场、车站、医院、学校、体育场馆、展览馆、园区、政府办公楼等大型公共建筑开展地热能供暖（制冷）项目试点，通过试点带动，探索有利于地热能开发利用的应用场景和市场模式，推动降低成本、扩大规模、优化布局，增质提效。山西省发改委将公共建筑地热能应用试点项目纳入能源革命综合改革试点重大引领示范项目清单。随文发布了22个试点项目清单，均计划在2022年-2023年期间开工。（关嫒）

七、海洋

仿生粘合有机框架膜 有望实现高效低成本海水淡化

科技日报 2022.6.29

99.9%用这种方法制备的COF膜用于渗透蒸发脱盐，处理重量百分比为3.5的氯化钠水溶液，水通量可达每小时267千克/平方米，为市面上传统高分子膜4—10倍，脱盐率达99.9%。同时，COF膜表现出良好的抗污染能力和长期稳定性，盐浓度适用范围广，展现出很强的适用性。

我们生活在一颗蓝色的地球上，海水约占地球表面积的71%，而陆地淡水资源只占地球上水体总量的2.53%。因此海水淡化是解决地球淡水资源缺乏的有效途径之一。

日前，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”（COF）的新型膜材料，应用于渗透蒸发脱盐技术，可快速淡化海水，而且该方法整体综合能耗比目前已有的海水淡化技术更低。相关研究发表在国际期刊《自然·可持续发展》上。

渗透蒸发成海水淡化新兴技术

现有的海水淡化技术根据技术原理大致可分为热法（或称蒸馏法、蒸发法）和膜法两大类。

“热法脱盐的核心在于利用热能驱动盐水相变（从液态水变为水蒸气），通过相变过程实现挥发性物质水和非挥发性物质盐的分离。”天津大学化工学院教授姜忠义介绍，多级闪蒸和多效精馏是发展时间最长，应用最为广泛的两类热法脱盐技术，这两种技术的装机容量占全球海水淡化总装机容量的25%。

热法脱盐虽然脱盐率高达99.9%，处理量大，但需要把液态水变为水蒸气，因此能耗较高，产水总体成本大约为6.5—17.7元/吨。因此热法脱盐在热量充足的中东地区等应用更为广泛。

膜法脱盐包括反渗透、正渗透、纳滤等，因为无相变过程，所以通常无需提供水的汽化潜热。

“相比于热法脱盐，膜法脱盐在能耗上表现出显著优势。反渗透技术是最为成熟的膜法脱盐技术。”天津大学化工学院研究员潘福生解释，这种技术利用半透膜实现盐离子和水分子分离，通过精密构筑膜孔道尺寸及电荷性质，使得膜只允许水分子通过而截留盐离子。当在盐水侧施加一个大于盐水渗透压的压力，即可驱动水分子由盐水侧向淡水侧扩散，而盐离子无法通过，即可实现盐水分离。

由于反渗透技术不需要相变，不需要消耗潜热，如果水回收率达到50%的时候，其热力学极限能耗为1.06千瓦时/每立方米（kWh/m³），远低于热法脱盐的13kWh/m³，其产水成本为4.7—7.4元/立方米。

目前膜法反渗透技术已成为全球装机容量最大（约占69%）、应用最为广泛的脱盐技术。

“也因为如此，膜材料被称为海水淡化技术的‘芯片’。”潘福生介绍，国内相关研究起步较晚，海水淡化反渗透膜使用的高端聚酰胺膜材料主要依赖进口，核心材料、工艺、装备的国产化依旧是膜技术领域急需解决的问题。

近年来兴起了一类新的脱盐技术，即热—膜耦合脱盐技术，如渗透蒸发。该类技术既具有热法的相变过程，也具有膜法选择渗透特性，因此在能耗和脱盐性能上均表现出独特优势。

“渗透蒸发脱盐的原理是海水在膜两侧蒸汽压差的推动下，水分子在膜中经过液体流动，发生相变，最终以气态形式透过膜，而后冷凝收集。”潘福生介绍，不同于膜蒸馏，渗透蒸发膜为亲水的致密材料，孔径通常小于1纳米，膜本身具有阻隔盐离子的能力，起到主要分离作用，同时盐无法发生相变，从而被进一步截留。同时，大量的纳米膜孔道作为毛细管可提供丰富的蒸发面积，其气—液界面的存在也可以让水轻松通过。

渗透蒸发具有膜法脱盐低能耗的优势，其能耗估算约为5—7kWh/m³，电能消耗低于反渗透技术，因此其产水成本预计为4.5—12.9元/立方米，有望成为最为经济的脱盐技术之一。

仿生技术解决成膜性差难题

目前，渗透蒸发技术用于脱盐尚处于初步探索阶段，其核心技术就是膜材料的选择和制备。近年来，COF 作为一种高度规整有序的框架结构高分子，有望成为新一代的脱盐膜材料。

“COF 通过可逆共价反应将结构单元定向组装形成框架孔结构，实现了膜内传质通道从无序到有序的转变。”南开大学化学学院研究员张振杰解释，二维 COF 具有原子级厚度，可进行模块化组装，把无序曲折的网络孔道变为有序的框架孔道，就像把弯弯曲曲的羊肠小路变为宽阔笔直的大马路，从而减少水通过的阻力并提升筛分能力，最终获得高通量和高脱盐率。

不过作为一种晶态材料，COF 成膜性较差，制备超薄的 COF 膜是极大的挑战。

“COF 膜内部是晶体的拼接，晶体与晶体之间的边界很脆弱，就像在同一块地方铺地砖一样，地砖块数越多，产生的缝隙就越多，容易有缺陷。”姜忠义介绍，为了填补膜内的边界缺陷，团队借鉴沙堡蠕虫筑巢过程和巢穴结构，提出了解决方案。沙堡蠕虫是一种生活在海岸边的软体动物，在筑巢时会先收集附近贝壳碎片、沙砾等物质作为筑巢的原材料，而其所分泌的胶状黏液可以将碎片粘合在一起，形成完整的居巢。

团队设计制备了具有粘合作用的纳米胶带，用来粘合纳米片边缝，把单片的纳米片拼接起来，从而使单片纳米片的面积增大，形成完整而牢固的结构，膜的整体质量也更高。

“不过在纳米胶带材料选择上我们遇到了难题。并不是每种材料都能制备成纳米胶带，这和材料的形貌、化学组成有关。”张振杰说：“通过对上千种 COF 材料进行筛选并进行理性设计，我们最终从中找到了满足需求的超微孔纳米胶带材料。”

胶带最主要的特性是要有“粘性”，纳米胶带的粘性是通过静电相互作用实现的。“我们在设计的时候把纳米片设计成带负电，纳米胶带带正电。”张振杰介绍，制备带电 COF 材料也是一个挑战。我们刻意设计了含有吡啶官能团的构筑单体，吡啶官能团非常容易与酸结合进行质子化，使 COF 材料带正电。因此通过简单的酸处理，就可以得到带正电的纳米胶带，而且质子化程度、强度都非常高。纳米片和纳米胶带正负电中和，从而得到中性、稳定的 COF 膜。

用这种方法制备的 COF 膜用于渗透蒸发脱盐，处理重量百分比为 3.5 的氯化钠水溶液，水通量可达每小时 267 千克/平方米，为市面上传统高分子膜 4—10 倍，脱盐率达 99.9%。同时，COF 膜表现出良好的抗污染能力和长期稳定性，盐浓度适用范围广，展现出很强的适用性。

成本降低到每克 1 元以下

将 COF 膜用于渗透蒸发海水淡化具有广阔的应用前景。

“COF 膜材料结构规整有序、稳定性强，属于海水淡化的新一代膜材料。同时新兴热—膜耦合脱盐法是极具潜力的新一代脱盐技术。”姜忠义表示，这种强强联合一方面可为海水淡化领域带来新的血液，推动现有技术的发展，提高性能，降低能耗；另一方面有望打破目前反渗透海水淡化国外技术垄断的地位，破除行业与技术壁垒，进一步提升我国海水淡化自

主技术的国际竞争力。

此外，COF膜潜在的应用领域也非常广阔。由于COF膜的强筛分性能和有机材料特性，还有望在清洁能源生产、二氧化碳减排等领域得到应用。

“团队致力于探索宏量、绿色制备COF的工艺，现在也取得了一些进展。”张振杰介绍，无需加入有毒的低沸点有机溶剂，只采用熔融聚合工艺就可以制备COF。使用这种工艺无需处理危废，降低了成本，同时产率高，目前已经实现了千克级的绿色合成，成本降低到每克1元以下，接近工业化生产成本要求。

不过，目前COF膜的规模化制备、海水淡化集成工艺还需要进一步探索。团队期待未来可以真正实现COF膜的工业化生产，推动海水淡化技术上一个新的台阶。（陈曦）

兆瓦级波浪能发电平台在东莞开建

南方日报 2022.6.23

南方日报讯（记者/刘倩 通讯员/沈甸）6月21日，南方电网广东电网公司牵头研究的兆瓦级波浪能发电平台在东莞正式开工建造，这意味着在不久的将来，深远海域的波浪也能为海岛提供稳定可靠的绿色电能。

波浪能作为一种蕴含在海洋中的可再生能源，因其可再生性和绿色环保优点，已成为一种亟待开发的具有战略意义的新能源。波浪能不仅可以为远海岛礁提供清洁电力，还可助力“蓝色经济”发展，支撑海洋观测、海水淡化和水处理、海上制氢、深海养殖等应用发展。

由广东电网公司牵头，联合国家海洋技术中心、中科院广州能源所、哈尔滨工程大学、海南电网公司、南网科技公司等单位承担的国家重点研发计划兆瓦级波浪能发电装置关键技术研究及示范验证项目，则是利用发电平台充分“吸收”波浪，转化为绿色电能，从而实现对海岛的稳定供电。在满负荷条件下，兆瓦级波浪能发电装置每天可产生2.4万度电，大约能为3500户家庭提供绿色电力，相当于为远海岛礁增加了一个大型“移动充电宝”。

兆瓦级波浪能发电装置关键技术研究及示范验证项目将研建深远海漂浮式波浪能发电平台，实现在远海岛礁的并网示范，建成以波浪能为主体电源的新型电力系统示范岛。

八、氢能

未来将建成氢资源和氢能供应基地

南方日报 2022.6.16

南方日报讯（记者/雷海泉）6月15日，由北京中科富海低温科技有限公司（下称“中科富海”）投资建设的综合气体岛项目在中山市三角镇开工建设。该项目是粤港澳大湾区首个涵盖氢气、氢能源、电子特气及空分装置的综合气体岛，将建设中山市首个氢资源和氢能供应基地，项目产品包括高纯氢气（液氢）、高纯氦气、高纯氩气等以及气体应用一体

化工程解决方案。项目预计 2024 年竣工投产，有望为中山及周边城市的集成电路、显示面板、光伏能源、光纤光缆、锂电池、医疗等相关领域提供气体资源。

中科富海成立于 2016 年，是中科院理化所的大型低温制冷技术成果产业化公司，拥有自主知识产权 20K—2K 核心关键技术，是国内首家具有完全自主知识产权的大型超低温制冷装备制造与系统解决方案供应商。

目前中科富海已在京津冀、长三角、粤港澳大湾区等国内重点区域初步完成了在大型低温装备与低温工程、战略提氢、氢能产业、稀有气体与工业气体工程等业务领域的规划布局。2017 年，在完成中科院理化所大型低温科研成果的工程化设计后，中科富海将生产基地落户中山翠亨新区，并成立中科富海（中山）低温装备制造有限公司。中科富海（中山）低温装备制造有限公司已实现产出，今年 1 月，由该公司生产的国内首套氢液化出口产品——1.5 吨氢液化器已顺利出口国外。截至目前，中科富海已在中山市内的翠亨新区、三角镇和南区街道布局了气源生产、装备制造和销售服务等环节项目，已初步形成完整的氢能产业链。

多项政策推动氢能产业健康发展

中国电力报 2022.6.9

今年 3 月，国家有关部门发布《氢能产业发展中长期规划（2021—2035 年）》（以下简称《规划》），明确了氢的能源属性，同时明确氢能是战略性新兴产业的重点方向，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》的发布让原本较热的氢能产业持续升温。中能传媒记者注意到，《规划》发布后，国家相关部委和多个省（区、市）相继出台了指导氢能发展的规划或指导意见，就氢能制储输用全产业链关键技术提供创新指引；新成立的氢能企业如雨后春笋般诞生，氢能产业协同趋势渐显，绿氢产业发展势头喜人。

从中央到地方 涉氢政策密集出台

《规划》发布后，为有效引导和规范氢能发展，国家层面出台了多项与氢能相关的政策措施。4 月下旬，工业和信息化部等六部门联合印发的《“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》指出，加快突破绿氢规模化应用等关键技术，鼓励石化化工企业因地制宜、合理有序开发利用绿氢，推进炼化、煤化工与“绿电”、绿氢等产业耦合示范等。5 月 10 日，国家发展改革委、商务部公布《鼓励外商投资产业目录（2022 年版）（征求意见稿）》，目录中含多个氢能相关产业。5 月 26 日，国家发展改革委高技术司、国家能源局科技司组织召开推进氢能产业高质量发展系列座谈会第一场“加氢站建设管理运营专题座谈会”。会议重点研究了加氢站建设审批、运营管理、安全监管相关政策以及标准规范制定、核心技术装备创新等情况，并对推动加氢站规范有序建设提出意见建议。

在国家层面紧锣密鼓对氢能产业进行规范或引导时，我国一些省（区、市）也相继发

布了有关氢能发展的规划或指导意见。据不完全统计,《规划》发布后,已有北京、广东、山东、四川、上海、吉林、江西、湖北、浙江等省市正式出台了氢能相关的发展规划或指导意见,另有一些省份(如福建、重庆)与氢能相关的发展规划正在征求意见,省级以下城市发布相关规划的更是不胜枚举。

上述地方性规划或指导意见有的关注氢能全产业链布局,如《四川省“十四五”电力发展规划》提出启动富余水电制氢与氢能利用产业示范工程,深入推进氢能制造、储运、应用研究和氢燃料汽车研制。有的侧重于氢能装备,如山东省政府印发的《“十大创新”“十强产业”“十大扩需求”2022年行动计划》提出要实施强链补链专项行动,紧贴各地资源优势和产业基础,聚焦氢能装备等六大产业链。有的侧重于氢能利用环节,如《北京市“十四五”时期能源发展规划》提出积极推进氢燃料电池汽车示范应用,《北京市“十四五”时期城市管理发展规划》提出大力推动加氢站建设,2025年前建成投运74座加氢站,形成布局合理、适度超前、供需匹配、安全有序的加氢站供给保障体系。

央企加快布局 一波新企业来袭

《规划》发布之前,在“双碳”目标下,中央企业发挥各自产业优势已在氢能产业链“各显神通”。如在制氢设备环节,2021年11月26日,华能集团主导研制的世界单槽产能最大碱性制氢水电解槽在苏州下线,标志着我国已成功掌握高性能大型电解制氢设备的关键技术,向大规模绿氢制备迈出坚实一步。在氢能利用环节,2021年10月29日,全国首台氢燃料电池混合动力机车从国家电投锦白铁路大板东站成功驶出,开创了国内氢能机车上线试运行的先例。

《规划》发布以来,中央企业加快了氢能产业链各环节布局。4月13日,中国海油正式成立中海石油(中国)有限公司北京新能源分公司,立足探索海上风电制氢及储运一体化等差异化氢能综合技术,推进油气产业与新能源产业一体化协同发展。4月22日,中国石油可再生能源制氢示范项目输氢管道工程正式开工,该工程建成后将为玉门油田16万千瓦光伏制氢示范项目顺利建设奠定基础。5月26日,中国石油所属宝鸡石油机械有限责任公司“西安交大—中油国研氢能技术与装备研究中心”揭牌运行,为新能源及氢能装备研制提供技术支撑。

《规划》发布以来,一波新的与氢能相关的企业密集诞生。据不完全统计,仅5月份就有多家企业通过成立氢能子公司来扩大氢能产业布局,其中包括宁夏氢能科技合资公司、青岛绿能发展有限公司、北京璞锦科技有限公司等企业。

在这些新成立的公司中,宁夏氢能科技合资公司可谓雄心勃勃:立足宁夏,共同开发西北五省及其他地区的绿氢项目,推进水电解制氢、燃料电池热电联产、绿氢储运、加氢站成套设备等领域的技术研发及产业化推广,打造氢能示范基地。其他一些新成立的企业则在氢能产业链各环节各有侧重。

氢能全产业链均有布局 绿氢跑出加速度

为促进氢能产业发展，各地纷纷出台氢能补贴政策。截至目前，全国已有广东、北京、上海、浙江、河南、山东等 20 余省（区、市）出台了氢能补贴政策。这些政策中，要么对加氢站明确给出了补贴金额，要么对燃料电池汽车给出了明确的补贴金额。

从《规划》发布之前的补贴情况来看，地方政府发展氢能的积极性高涨，但产业发展同质化苗头有所显现。《规划》发布之后，补贴方向已开始向氢能产业链的其他方面特别是绿氢产业转移，比如四川攀枝花市发展和改革委员会《关于支持氢能产业高质量发展的若干政策措施（征求意见稿）》就提出，支持制氢产业发展，新技术、新工艺、新装备制氢企业落地建设，按照不超过项目建成投产后的实际投资总额（不含土地费用）的 20%，最高 100 万元给予一次性补贴。

仔细分析各个地方出台的规划和指导意见特别是支持性政策可以看出，各地在氢能全产业链上的布局各有侧重，产业协同趋势渐显，尤其引人注目的是绿氢产业发展势头喜人。

就绿氢产业而言，因受电解水制氢成本偏高等因素影响，去年绿氢的产量极低。而《规划》提出，到 2025 年初步建立以工业副产氢和可再生能源制氢就近利用为主的氢能供应体系，可再生能源制氢量达到 10 万吨/年~20 万吨/年。受到《规划》鼓舞，在已发布氢能有关规划和指导意见的省（区、市）中有近一半的省（区、市）发布了绿氢项目建设相关规划；企业方面，国家电投、中石化、中国能建、隆基氢能等企业均在加速布局绿氢项目。

业内认为，随着绿氢产能规模的不断增长、电解槽等核心设备成本的持续下降以及光伏电价优势逐渐凸显，我国绿氢项目建设将打开新局面。（苏伟）

全国首台商业化氢内燃机重卡“上路”

科技日报 2022.6.22

在 6 月 15 日举行的在山东重工新科技成果展上，中国重型汽车集团、潍柴动力联合发布的全国首台商业化氢内燃机重卡一经亮相便引来多方关注，这一以“不用油、不用电、只用氢”为标签的新能源汽车，可商业化应用到港口、城市、电厂、钢厂、工业园区等特殊运输场景。

据了解，潍柴动力作为国内装备制造业的龙头企业，不仅是传统柴油机行业的“大咖”，更是氢燃料电池领域的“新锐”。“双引擎”齐头并进的战略布局，让其在氢内燃机开发中独具产业与技术优势。他们于 2018 年起开始布局氢内燃机技术，依托强大的研发团队和先进的研究平台，迅速完成了关键核心技术和商业化应用的突破，攻克了一批“卡脖子”技术难题，掌握了一批原创性专利技术，实现了有效热效率 41.8%，这一指标剑指世界一流。

科技日报记者了解到，该车采用了多项专有技术，优势突出——采用精准氢气喷射控制技术，实现氢燃料灵活准确供给，可充分满足发动机变工况需求；采用高效增压、稀薄燃烧技术，解决了氢气异常燃烧难题，确保发动机平稳高效运行；采用潍柴自主 ECU 系统，智

能控制、自主可控，确保控制策略定制化开发；基于已有的气体机产品平台进行技术再延伸，可快速推动商业化落地。

如何在汽车行业落实“双碳”目标？氢内燃机是重要的路径之一。

“氢内燃机具有三大优势。”潍柴动力执行总裁陈文森认为，二氧化碳零排放是其最大亮点之一。更重要的是其可沿用现有内燃机工业体系进行开发，大部分零部件与现有内燃机成熟产品通用，可极大缩短开发周期，更有利于产业化转化；具备无后处理器的情况下满足严苛排放法规的潜力，后处理等系统可取消或简化，产品成本优势显著；采用传统燃烧做功模式，对氢气燃料纯度要求较低，燃料适应性好。

山东重工集团董事长谭旭光表示，氢内燃机的核心技术突破和商业化应用将进一步提升山东重工集团在全球行业内的引领力和话语权，推动重型商用车迈入多元能源的新时代，对我国节能减排、绿色发展具有重要意义。

全国首台商业化氢内燃机重卡并不是山东重工新科技成果展上唯一的“明星”。

在现场，曾成功保障北京冬奥会的“山东造”中国首台拥有自主知识产权的“黄河”氢燃料电池雪蜡车再度亮相；潍柴 WP13H 商用车动力总成，曾斩获国家科技进步一等奖，并拥有全球独家 51.09% 高热效率技术；中通核酸检测车为全球最大通量移动核酸检测车，防疫保障车为国内首台多功能医护保障车……

上述系列装备揭开了山东重工集团六大产业链的“冰山一角”。透过现场看技术，山东重工集团已经拥有了 2713 项发明专利，主持或参与了 261 项国际、国家或行业标准的制定，推出了一个又一个的“中国首创”。（王延斌）

氢电耦合快速升温

中国能源报 2022.6.13

近日，浙江宁波慈溪氢电耦合直流微网示范工程开工。据悉，该示范工程是国家电网公司首个氢能相关的国家重点研发计划配套项目，也是宁波市氢能产业发展重点项目，计划今年 12 月具备投运条件。投运后，每日可满足慈溪滨海经济开发区 10 辆氢能燃料电池大巴加氢、50 辆纯电动汽车直流快充需求。

近年来，氢电耦合越来越热。业内人士认为，未来氢能与电能的深度耦合将成为一种重要的储能方式。

■应用前景广阔

氢电耦合直流微网是指氢能和电能能够互相转化、高效协同的能源网络，在用电低谷时利用清洁能源制氢存储，在用电高峰时再通过氢燃料电池发电，实现电网削峰填谷。该示范工程将电、氢、热等能源网络中的生产、存储、消费等环节互联互通，实现多种能源的协同转化与调配，形成以电为中心的电氢热耦合能源互联网示范。

据了解，除宁波外，目前国网浙江电力还在杭州、丽水、台州等地开展了基于工业园

区、产业基地、农村、海岛等的氢电耦合多场景示范与应用，覆盖了氢电耦合主要应用场景。

“氢比较适合于长时间的能量存储，其存储特性与电化学储能互补，有助于在新型电力系统中实现对能源长周期性波动的调节。宁波氢电耦合示范工程既有电化学储能也有氢储能，通过风电、光伏等波动性电源来制取氢气，既可以平抑新能源出力的波动，也可以与电化学储能配合，相当于在源荷之间加了一个很强的缓冲器，能实现波动性电源和不确定性负荷之间的全时间尺度平衡。”国网浙江电科院氢能专家章雷其表示，随着新能源渗透率的快速提高，氢电耦合成为实现高比例新能源电力系统稳定运行的一种重要方式。

据全球能源互联网组织预测，到2050年，我国电制氢规模将达到5000万吨，折合电能约30000亿千瓦时。佛山环境与能源研究院副院长王子缘表示：“氢能跨时段、跨季节的调节周期长、储能容量大，在可再生能源丰富的区域，可以依托高效电解水制氢、氢储能技术实现规模化、稳定的可再生能源消纳、能源转换、储存与控制，并通过燃料电池技术为基础发电调峰。”

业内人士指出，氢电耦合是实现100%可再生能源消纳、100%零碳电力供给的重要手段。在供给侧，以电网为平台，通过氢能和可再生能源耦合运行，可以促进可再生能源就地或并网消纳；在消费侧，氢在交通、化工、钢铁、半导体等领域有着广泛的应用前景，可有效减少消费侧碳排放。

■可有效解决车端用能问题

“与交通网的融合是氢电耦合的一大特色。事实上，该项目是电、氢、热、车4个元素耦合的一个中压直流微网，车是其中很重要的一个元素。氢电耦合系统制出的氢气，主要就是用在氢燃料电池汽车上面。”国网宁波供电公司互联网办公室专职叶夏明介绍，未来，随着大量充电-加氢一体化综合能源站的建成，电网和交通网将进一步深度融合。

数据显示，2020年我国交通领域碳排放量达9.3亿吨，占全国终端碳排放量的15%。而在整个交通领域中，道路交通碳排放量的占比为90%。不过，值得注意的是，随着交通领域新能源化转型的推进，补能的便捷性极大影响着新能源汽车的发展。目前，氢燃料电池乘用车尚未大规模普及，电动汽车的快速补能需求也受制于技术水平。

在王子缘看来，氢电耦合可有效缓解新能源汽车用能问题。“当前，氢电耦合可与传统电网深度融合协作。一方面，保障国家示范城市群鼓励的车用绿氢供应，让氢燃料电池汽车用上低成本氢源；另一方面，可结合地方新能源渗透情况、地方用能特征及电网特性等，与交通网络深度协同，解决区域内燃料电池汽车等新能源车辆高峰时段用能紧张和路面堵塞等问题，或将成为交通调峰的一个重要手段。”

■氢能基础设施薄弱成掣肘

目前，慈溪滨海经济开发区已入驻绿动、博氢等氢能相关高新企业，以燃料电池、制储氢装备和氢能应用装备为重点布局方向。不过，记者了解到，目前我国氢电耦合产业仍处于

起步阶段，还面临着成本、技术、基础设施等多方面的挑战。与完善的电力基础设施相比，氢能相关基础设施较为薄弱，也制约了氢电耦合的发展。

叶夏明表示，氢电转换设备的效率直接影响着整套系统。“用在氢燃料电池汽车上面可能没有明显影响，但如果是在电网中充当储能电池，其转换效率就会非常重要，所以对电网来说也是个新挑战。”

“技术方面，仍需重点关注先进电解槽技术及装备、高安全高效储氢技术及装备，以及高适配性氢电耦合微网技术等；政策方面，需要加快突破能源用制氢项目不能进化工园区的政策壁垒。”王子缘认为。

在王子缘看来，氢电耦合需要结合区域资源禀赋和应用场景，因地制宜、以示范促技术迭代进步为切入点，逐步形成区域内氢电耦合的闭环生态链条，不能仅局限于车辆应用，还要通盘考虑地方实际。“比如在光伏和煤化工资源丰富的西北地区，可以创新探索氢电耦合+绿色化工的应用场景闭环，以较为合适的商业模式实现可再生能源消纳与降碳。此外，还需重点关注隔墙售电，加快探索多元化商业模式。”（杨梓）

绿氢规模化应用按下“快进键”

中国能源报 2022.6.13

本报讯（记者仲蕊）报道：6月1日，国家发改委、国家能源局等9部门联合印发《“十四五”可再生能源发展规划》（以下简称《规划》），提出“推动可再生能源规模化制氢利用，开展规模化可再生能源制氢示范”“推进化工、煤矿、交通等重点领域绿氢替代”。记者了解到，今年以来，我国已出台多项绿氢相关支持政策，其中3月出台的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》和4月发布的《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》均提出加快绿氢应用技术突破。业内认为，利好政策加持之下，绿氢规模化应用将迎来加速发展。

“当前，受国家‘双碳’目标推动，各行业降碳行动加快。随着氢能产业加速发展，各级政府对氢能的认识不断深入，氢能将逐步成为能源高质量发展的重要路径。”佛山环境与能源研究院副院长王子缘认为。

《规划》明确，在可再生能源发电成本低、氢能储输用条件较好的地区，推进可再生能源发电制氢产业化发展，打造规模化绿氢生产基地。推广燃料电池在工矿区、港区、船舶、重点产业园区等示范应用，统筹推进绿氢终端供应设施和能力建设，提高交通领域绿氢使用比例。在可再生能源资源丰富、现代煤化工或石油化工产业基础好的地区，重点开展能源化工基地绿氢替代。积极探索氢气在冶金化工领域的替代应用，降低冶金化工领域化石能源消耗。

“除交通领域应用外，氢能作为重要的工业原料，在石油、化工、冶金等多个领域的应用前景更为广阔。而绿氢与传统化工、钢铁等项目的结合将推动‘两高’行业加快绿色转型、实现减碳目标。”王子缘表示。

在氢能参与耦合发电方面,《规划》提出,在有条件的地区,利用新能源直供电、风光氢储耦合、柔性负荷等技术,通过开发利用模式创新,推动新能源开发、输送与终端消费的一体化融合,打造发供用高比例新能源示范,实现新能源电力消费占比达到70%以上。

当前,可再生能源规模化储存、消纳与高效利用问题日益突出。业内普遍认为,制氢有望成为可再生能源大规模存储和消纳的重要路径之一。在王子缘看来,氢储能具有规模大、跨时段跨季节储能等优势,通过风、光等可再生能源制氢,既能逐步解决可再生能源消纳问题,又能结合多元化储运技术促进能源的低成本、规模化转运,更好推动氢能下游应用。

记者注意到,《规划》对氢能下游装备技术亦提出更高要求。《规划》明确,突破适用于可再生能源灵活制氢的电解水制氢设备关键技术;加大对能源研发创新平台支持力度,重点支持可再生能源、新型电力系统、规模化储能、氢能等技术领域;加强与相关国家在高效低成本新能源发电技术、储能、氢能等先进技术上的务实合作。

“鼓励可再生能源制氢能够更好地推动风电、光伏等行业业务链纵向延展。”王子缘认为,随着风电、光伏企业与绿氢产业深度结合,以示范促应用可带动电解水制氢技术和装备的迭代升级,进一步降低绿氢成本。

记者注意到,电价、设备、运输是当前公认的再生能源制氢“三大拦路虎”。对此,中国技术经济学会环境技术经济分会理事张建红建议,“十四五”期间应在优先发展工业副产氢的基础上,在风光水电资源丰富的地区示范开展可再生能源制氢及就近利用。“一方面可在北方风电、光伏大基地部署风光氢储一体化,在东部沿海地区部署海上风电制氢、滩涂光伏发电制氢等项目;另一方面,加大管道输氢、低温液氢技术的研发突破及试点示范,为未来大规模低成本储运氢奠定基础。”

与此同时,“要避免绿氢项目在政策激励之下‘跑马圈地’盲目上马,各地应因地制宜、通盘考虑当地产业基础和市场需求前景,探索适合的商业模式和应用场景,让绿氢项目与当地产业资源形成氢能产业生态闭环。”王子缘进一步指出。

在国家层面大力推动下,多个省级能源发展“十四五”规划着墨氢能发展——

氢能产业频获政策赋能

中国能源报 2022.6.20

近日,各省级能源发展“十四五”规划陆续出台。据记者不完全统计,截至目前,包括北京、上海、广东在内,已有12个省级能源“十四五”规划不约而同将氢能列入其中,释放出积极信号——以“双碳”目标为引领,氢能产业的重要性将愈发凸显。

业内分析人士近日指出,作为清洁低碳安全高效能源体系的重要组成部分,在各级政策力推下,氢能将在“十四五”期间持续拓宽应用场景,深耕技术研发,进一步释放产业发展活力。

“十四五”末全产业链有望初具规模

今年3月发布的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》明确指出，氢能是未来国家能源体系的重要组成部分；国家发改委、国家能源局等九部门6月初联合发布的《“十四五”可再生能源发展规划》进一步提出，推动可再生能源规模化制氢利用。

“各省级能源发展‘十四五’规划，实际上是‘十四五’可再生能源发展规划的承接和细化。”江苏国富氢能技术装备股份有限公司战略总监魏蔚表示。

厦门大学中国能源经济研究中心教授孙传旺指出，因具有可规模化储存、能量密度大、转换效率高、适用性广且使用过程中零排放的特征，氢能产业已成为国家重点战略性新兴产业。在国家氢能中长期发展规划指导下，各地相继出台涉氢规划，势必将加速推动中长期氢能项目的落地，充分发挥氢能的储能作用，有效解决可再生能源峰谷矛盾。

在中国氢能有限公司董事长邓建清看来，目前整个氢能产业链投资热度较高，基本覆盖产业链的各个环节和各种品类。“到‘十四五’末，从上游制氢到中游储氢，再到下游用氢，所有相关的示范项目都将初步建成。”

“根据国家规划，到2025年，绿氢产能将占据一定比例。现阶段，输氢管道、液氢工厂都在加快布局，到‘十四五’末，电解水制氢、天然气管道掺氢，以及液氢、合成氨等大规模氢储运基础设施均有望初具规模，为氢能产业的长远发展打好基础。”魏蔚补充说。

发展绿氢将成多产业降碳减排刚需

在“双碳”目标引领下，氢能“用武之地”日趋多元。魏蔚介绍，从碳排放占比的角度看，我国交通领域的碳排在碳排放总量中的占比不到10%，而能源、化工领域的碳排放占比高达80%。因此，“十四五”期间在发展氢能交通的同时，应更多探索氢能可与工业、化工、煤炭等领域的耦合发展。“氢能产业发展不仅需要专门的支持政策，还需要可再生能源、电力、化工、碳税等相关领域的政策支持。”

“氢能产业的全生命周期涉及许多产业链，需要整合不同行业与市场要素。”孙传旺进一步指出，尤其是，地方应遵循因地制宜原则，结合本地资源优势合理布局氢能产业。“绿氢”特色产业高地的打造可快速推进氢能与可再生能源的集成发展，加快氢能在电力、工业、交通等领域落地，整体降低“绿氢”成本。

“绿氢将成为各行各业高质量发展的刚需。”在魏蔚看来，通过光伏、风电制氢，一方面可推动可再生能源与氢能耦合发展，另一方面可将绿氢运用到交通、化工、钢铁以及其他高端制造业，进一步推动这些产业降碳减排。

“十四五”是市场洗牌期更是技术培育期

在魏蔚看来，氢能产业链较长，技术路径较多，“十四五”期间持续做好全产业链建设，氢能装备是重要一环。“目前绿氢发展的瓶颈在于制氢装备的生产效率低、成本高，因此制氢装备的国产化应是‘十四五’时期的重点攻坚方向。”

“绿氢装备制造现阶段尚未形成规模化产能，‘十四五’期间研发与制造能否获得突破至关重要。”邓建清进一步说。

此外，多位受访人士均认为，“十四五”期间还应重点探索氢储运技术，以及氢能生产销售配送体系。“国家大力支持在沙漠、戈壁、荒漠建设清洁能源基地，开展氢（氨）储能等关键核心技术、装备和集成优化设计研究，将有助于解决清洁能源的输送消纳难题。”邓建清认为，突破氢储运技术可以从管道、液氢和合成技术三方面入手，“目前来看，由于合成甲醇及合成氨的发展、运输和应用体系已非常成熟，因此最有可能在短期内成为氢规模化储运的有效方式。”

“‘十四五’既是氢能产业的市场洗牌期，也是氢能企业技术实力的重要培育期。”东德实业总经理葛增超认为，未来，企业短期内应“苦练内功”，重视以技术进步提高自身产品竞争力，并根据市场实际需求理性布局。（仲蕊）

日本欲成为全球首个“氢经济体”

参考消息 2022.6.24

【新加坡《联合早报》网站6月21日报道】日本正在下大力气研发和推广氢能，这不仅仅是为了实现气候目标，同时希望成为全球首个氢经济体，并引领全球市场。

氢能源被视为脱碳社会的一张王牌。作为基础交通工具，日本的氢能巴士已上路。如今，日本把研发重点放在远程交通工具上，例如氢能源飞机和快铁，并有了明确投入市场的目标。

据国际氢能委员会预测，到2050年，氢能源市场规模可达2.5万亿美元。

日本在能源安全方面一直存在危机感，早在石油危机发生的上世纪70年代，日本就开始关注氢技术研发。目前，除了应对气候危机和俄乌战争的影响，日本的能源策略更倾向于创建“氢能社会”，所确立的氢能基本战略是要在2030年的能源结构中将氢能源的使用占比提高。

为了让日本的交通网络减碳，日本汽车业研发的各种氢能运输工具已上路。除了一般汽车，用于物流的大型氢能源卡车是日本各大汽车公司积极研发的热点。与电动车相比，氢能源车的充电时间更短，这使它在远程交通工具方面具有优势。

东日本旅客铁道株式会社以2030年为目标，要推出氢能源列车。这家企业今年3月底在神奈川县的一些路线上进行试运行。这些氢能列车的车顶上装了氢气箱，在和空气中的氧气发生反应后发电。列车行驶时不排放二氧化碳，最高时速可达到100公里。

川崎重工在储氢技术方面具有优势，建造了世界上第一艘运输液化氢的专用船，这有助于减低氢燃料的运输成本。此外，川崎重工还与欧洲主要飞机制造商合作，研究以飞机为主体的氢气核心技术。川崎重工日前宣布，它开发了以氢为燃料的下一代氢动力飞机的主要部件，目标是在2040年前后投入实际使用。

日本的氢能飞机研发费有九成来自官方设立的日本新能源、产业技术综合开发机构。当局对这一技术能销售海外也有信心。

上海出台省级氢能中长期规划

中国电力报 2022.6.24

本报讯（记者 苏伟）6月17日，上海市发展改革委、上海市科学技术委员会、上海市经信委等8部门联合印发了《上海市氢能产业发展中长期规划（2022~2035年）》。据了解，这是3月23日国家发展改革委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021~2035年）》之后出台的首个省级氢能产业发展中长期规划。

在国家层面的《氢能产业发展中长期规划（2021~2035年）》出台之前，2020年6月17日，山东省人民政府办公厅就印发了《山东省氢能产业中长期发展规划（2020~2030年）》，山东省成为较早出台省级氢能产业发展中长期规划的省份。在《氢能产业发展中长期规划（2021~2035年）》明确了氢的能源属性及战略性新兴产业的重点方向后，包括山东和上海在内，全国已有10多个省（区、市）相继出台了包含氢能的能源（或电力）发展“十四五”规划或指导意见，布局氢能全产业链。4月17日，上海市人民政府印发的《上海市能源发展“十四五”规划》涉及氢能内容包括加强燃料电池系统集成与控制、高压和液态储氢等关键技术攻关，根据燃料电池产业发展需要，在临港新片区、嘉定、上海化工区等区域布局一批加氢站。

本次印发的《上海市氢能产业发展中长期规划（2022~2035年）》明确，到2025年，产业创新能力总体达到国内领先水平，制储输用产业链关键技术取得突破性进展，具有自主知识产权的核心技术和工艺水平大幅提升，氢能在交通领域的示范应用取得显著成效。建设各类加氢站70座左右，培育5~10家具有国际影响力的“独角兽”企业，建成3~5个国际一流的创新研发平台，燃料电池汽车保有量突破1万辆，氢能产业链产业规模突破1000亿元，在交通领域带动二氧化碳减排5~10万吨/年。到2035年，产业发展总体达到国际领先水平，建成引领全国氢能产业发展的研发创新中心、关键核心装备与零部件制造检测中心，在交通、能源、工业等领域形成丰富多元的应用生态，建设海外氢能进口输运码头，布局东亚地区氢能贸易和交易中心，与长三角地区形成协同创新生态，基本建成国际一流的氢能科技创新高地、产业发展高地、多元示范应用高地。

九、风能

全球最大抗台风半直驱海上机组下线

中国能源报 2022.6.6

本报讯6月1日，明阳集团推出MySE12MW半直驱海上机组并在在广东明阳智能汕尾海上高端装备制造基地举行下线仪式，该款海上机组是目前全球最大的抗台风半直驱海上机组。MySE12MW海上机组的下线，将促进高端装备大型设备制造、测试、运输、大型吊装设备、安装运维等全产业链的发展、升级，助推我国能源结构调整转型。

据明阳集团透露，MySE12MW 半直驱海上机组专门针对广东、福建等国内有台风区域定制设计，也适用于欧洲等海外市场。该机组可抵御 78.82 米/秒的超强台风，适用于我国 98% 以上的海域。在额定风速下，MySE12MW 机组叶轮转动一圈可发电 25 千瓦时，单机每年可输出电 4500 万千瓦时，可以满足 23000 家庭一年用电需求，减少燃煤消耗 1.5 万吨，减少二氧化碳排放 3.8 万吨。

据了解，该机型采用了双驱变桨技术，可满足各类极端工况条件，提高了安全可靠。同时，该机型安装了融合测风系统，采用多传感器的信息融合技术，实现了智能精准偏航，降低机组载荷和提升发电量。另外，通过多源信息融合，该海上机组可更早预测出系统故障，提前采取针对方案，增强机组安全性。此外，MySE12MW 机组还升级了润滑系统，采用了多项先进技术，为机组润滑及抗台提供了更加可靠的解决方案。

值得注意的是，MySE12MW 海上机组还具备尺寸小、重量轻的优势，便于运输吊装，有助于提高海上风电的经济性。明阳集团的测算显示，以风电装机容量 100 万千瓦的项目为例，需要 125 台 8 兆瓦机组，仅需 84 台 12 兆瓦机组，约减少 1/3 的机位，节约用海面积可达 30% 以上。同时，全场基础成本有望降低 24%，塔筒成本将降低 27%，总体成本将降低 25% 以上。另外，由于机位点减少，尾流效应将约减少 3% - 4%，同时因大机组捕风效率提高，海上风电场发电量有望提升 5% 以上。

该海上机组目前已经获得行业机构鉴衡认证颁发的机组认证证书。明阳集团表示，后续更将采用单叶片吊装技术和工艺，将作业风速限制由小于 10 米/秒提高到 15 米/秒，提高施工效率的同时增加海上作业面时间。（李丽旻）

国内首台深远海浮式风电装备“扶摇号”总装下海，机位点平均水深达 65 米 风电开发挺进深远海

中国能源报 2022.6.13

近日，国内首台深远海浮式风电装备“扶摇号”在广东茂名广港码头完成总装，举行了拖航仪式，前往平均水深达 65 米的广东湛江罗斗沙海域进行示范应用。浮式海上风电装备让深远海丰富的风力资源不再遥不可及，海上风电的可开发范围正在不断拓宽。

跨入新阶段

“扶摇号”是我国目前最大的浮式风电机组，由中国海装牵头自主研发，该浮体平台总长 72 米，配备了功率为 6.2 兆瓦的抗台风性风力发电机组，机位点平均水深达 65 米，超过了传统固定式海上风电的水深极限。

“与传统陆上风电或近海风电开发相比，深海风资源开发面临水位太深的现实挑战，如果采用先打桩再安装风电机组的方式，不仅施工成本高昂，而且桩基太长影响风机稳定性。”中国海装学科带头人董晔弘在接受记者采访时表示，“在开发深远海风电的时候，需要考虑将风电机组安装在漂浮的平台上，也就是海上浮式风电技术。”

据董晔弘介绍：“研制过程中，面临周期紧、环境条件流速大、海底地质条件复杂等诸多难题，中国海装项目团队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、浮式风电装备全耦合水池模型试验技术、基于系统性能匹配的海上浮式风电装备总体设计技术、以传动链优化为核心的海上浮式风电机组适应性设计技术等系列卡脖子难题，最终研制出了具有自主知识产权的深远海浮式风电装备‘扶摇号’。”

技术百花齐放

“关键核心技术买不来，更要不来，唯有依靠自主创新和自主研发。”董晔弘进一步告诉记者，“在开发过程中，中船集团下属的船舶设计研究中心和中国船舶科学研究中心承担了浮体设计、锚泊系统设计、水池试验等方面的研究任务，上海交大船舶海洋与建筑工程学院为高精度的缩比水池试验提供了重要的技术支撑。此外，哈尔滨工程大学承担了一体化耦合仿真相关的机理和理论研究工作，重庆大学承担了浮式风电机组传动链力学分析及受力状态监测等技术研究。在各单位的合作下，最终完成了浮式风电装备的机组-浮体-系泊总体设计技术、一体化仿真分析技术、水池缩比试验验证技术、风电机组适应性优化技术及海上浮式风电建造施工技术等全流程技术开发，具备了从气象环境资源数据出发，开展浮式风电装备研制的正向设计及实施能力。”

根据国家气候中心统计的数据，我国深海风资源总量可达到 10 亿千瓦，相当于近海风资源的 2 倍，正值我国海上风电产业逐步进入全面平价时代，浮式风电市场也迎来了百花齐放。

实际上，除了中国海装外，巨大的市场潜力已吸引了大量企业入局。不论是明阳智能等本土主流整机企业，还是西门子歌美飒、通用电气等国际整机制造商，都相继发布了新的浮式海上风机技术。去年 7 月，通用电气宣布将研发单机功率为 12 兆瓦的浮式海上风机，维斯塔斯也宣布旗下 10 兆瓦浮式风机进入商用阶段。业界普遍认为，在全球积极应对气候变化的背景下，浮式海上风电这一赛道将变得更加热闹。董晔弘认为：“这是非常好的趋势，中国的浮式风电技术在短短的三四年间走过了欧洲将近 20 年的路。”

拓展开发边界

风电是实现碳中和的重要路径，不断推陈出新的浮式海上风电技术，正在持续扩展我国海上风电的可开发范围。从潮间带到近海，从近海到深远海，我国海上风力资源的可开发“边界”已愈加模糊，浮式海上风电技术的应用势必推动海上风电市场规模实现高速增长。

全球风能理事会发布的数据显示，近两年来，我国都是全球海上风电新增装机容量最多的国家，随着我国海上风电产业正式步入平价时代，中国仍将是全球海上风电市场的“绝对主力”。据英国第三方咨询机构 Carbon Trust 此前发布的预测数据，中国的浮式风电市场到 2030 年将达到 49.5 万千瓦，在 2035 年将达到 250 万千瓦，到 2040 年则有望达到 700 万千瓦。

董晔弘表示，从目前来看，福建、粤东、粤西及海南周边海域风资源储量高、靠近负荷中心、开发潜力大，很有可能是下一阶段海上风电开发的热点区域。在这些海域，中高水深的区域大量存在，浮式风电市场规模相当大。不仅如此，浮式海上风电技术的应用场景，还可拓展至制氢、深海养殖、海水淡化等新兴领域，海上风电项目也将因此变得更加多元化。

如何推动我国浮式海上风电实现规模化发展？董晔弘建议：“浮式风电目前还处在示范样机阶段，和固定式海上风电的技术成熟度不是同一等级，希望在政策支持方面将浮式风电和固定式海上风电视作两种完全不同的装备，采用不同的扶持政策，适当延后浮式风电平价上网的期限。”（李丽旻）

“人工智能 + ” 让风电更高效

中国能源报 2022.6.13

近日，法国公用事业公司 Engie 与美国科技公司谷歌达成合作，将利用谷歌研发的人工智能软件预测风电场发电功率，提高风力发电效率。初步测试结果显示，风电场发电收益可上涨 20%。

据了解，目前，阿里巴巴、亚马逊、微软、谷歌等科技巨头均已入局可再生能源领域，频频涌现的跨界合作会碰撞出怎样的火花？

据谷歌和 Engie 公司发布的消息，此次双方应用的人工智能软件系统由谷歌云提供服务，利用“高性能和可扩展的数据系统和先进的机器学习算法”，从风电场的海量数据中提取有价值的信息，其主打功能是“帮助客户进行能源消费管理”和“降低碳排放”。

2019 年，谷歌开始与人工智能公司 Deepmind 进行合作，探讨如何提前 36 小时预测风力发电功率，并不断提高预测准确率。谷歌数据中心发布的初步研究结果显示，该人工智能预测软件能够帮助风电场提高 20% 的发电收益。

Engie 公司全球能源管理与销售主管委员会成员 Alexandre Cosquer 表示：“数字化和风险管理是为电网带来价值和加速脱碳的关键因素，这种情况下，Engie 公司与谷歌的合作顺理成章。”

在谷歌云全球能源解决方案主管 Larry Cochrane 看来，谷歌与 Engie 公司的合作能够为全球风电场的智慧预测工作打下基础。“更加准确的数据和风电功率预测将为电网带来更多价值，同时也将提高风力发电在能源系统中的竞争力。”

根据计划，Engie 公司将率先在其位于德国的可再生能源项目上试验上述软件，如果推进顺利，Engie 公司计划将该软件系统应用到其在欧洲的全部能源项目上。

风力发电存在波动性始终都是新能源行业发展的一大挑战。一方面，功率预测精确度不高可能会影响到风电场收益，愈加频繁的极端天气和自然灾害也不断威胁发电设施安全；另一方面，随着各国可再生能源装机量不断提升，了解新能源出力情况对于保障电网安全也愈加重要。

在此情况下，近年来，不论是传统的风机制造商、风电开发商，还是从事人工智能的科

科技企业，都在试图利用更加精密的算法更好地满足电网需求，提高发电效率。

截至目前，微软、阿里、亚马逊等科技巨头都已经加入了这一赛道。今年4月，阿里巴巴达摩院宣布开发出了可精准预测风电场风速及发电功率的人工智能算法，能够预报平原、山地、海岸等不同地形的风速，并预测该区域内风电场的发电量。根据阿里巴巴达摩院公开的消息，其已与内蒙古东润能源公司展开了合作，测试结果显示，在山地风电场中，达摩院人工智能预测准确率较传统天气预报有大幅提升。达摩院 AI Earth 团队负责人李昊曾表示：“我们无法改变风的多变性特点，但人工智能可以高效地捕捉到其中的变化，帮助新能源行业掌握‘驭风之术’。”

今年5月，风机制造商西门子歌美飒也宣布，将与科技公司 NVIDIA 合作研发数字孪生风电场，使用人工智能和机器学习技术降低运营成本，同时提高风电场发电量。

另据 Larry Cochrane 介绍，除了提升发电量、优化电网调度外，人工智能软件还可以应用于协同电力生产各个环节的数据，为电力交易提供建议。（李丽旻）

国家首批大型风电光伏基地项目腊巴山风电项目正式开工

中国能源报 2022.6.13

本报讯 日前，位于四川省凉山州德昌县的腊巴山风电项目正式开工建设。这是国家首批大型风电光伏基地项目，也是雅砻江流域水风光互补绿色清洁可再生能源示范基地标志性项目。

腊巴山风电项目装机容量为19.2万千瓦，拟建设60台风电机组，风机分布于腊巴山主山脊北段、中段及西侧沿雅砻江河谷延伸支脉，计划于2022年10月首台机组吊装，2023年9月全部机组投产发电。

据悉，该风电项目建成后每年可为四川提供约5.01亿千瓦时的清洁电能，可满足约21万户家庭年用电量。其每年发出的电量可节约标煤约16万吨、减少二氧化碳排放约40万吨，对实现节能减排目标、推进成渝经济圈协调发展具有重要意义。该项目总投资超15亿元，建设期间将为凉山州财政贡献税费约6000万元，为凉山州提供千余个工作岗位。项目全部投产后，每年可继续为凉山州贡献税费约4000万元。

该风电项目是“十四五”以来雅砻江流域清洁能源基地首个开工建设的风电项目。2021年3月，国家“十四五”规划和2035年远景目标纲要明确提出雅砻江流域清洁能源基地为我国九大清洁能源基地之一。该项目的开建，将进一步促进雅砻江清洁能源基地建设，服务国家“双碳”目标。

凉山州是四川最大的风电基地，也是西南地区重要的清洁能源产业基地。作为凉山州风电开发提速的标志性项目，该项目的开工建设，标志着凉山建设国家级清洁能源产业基地又向前迈进了一步。（温存）

亚洲最长抗台风型 明阳智能 111.5 米叶片正式下线

中国能源报 2022.6.27

本报讯 6 月 23 日，明阳智慧能源集团股份有限公司（以下简称“明阳智能”）在广东阳江成功举办亚洲最长抗台风型明阳智能 111.5 米叶片下线仪式。阳江市人民政府副市长刘德伟、南方电网公司党组副书记毕亚雄、明阳智能总裁兼首席技术官张启应、阳江市政府与高新区各相关单位负责人，以及行业、客户代表等出席本次下线仪式。

张启应在致辞中表示，自国家提出“双碳”目标以来，我国新能源发展进入快车道，风能作为新能源的重要组成部分有了长足的发展。明阳智能作为全球化清洁能源整体解决方案提供商，始终坚持创新引领，致力于推动清洁能源的智慧化和普惠制发展，全力打造具有世界影响力的风电品牌。明阳智能有信心、有能力为广大客户提供更优质、更可靠的风电解决方案，未来仍将主动突破，紧紧抓住发展机遇，以科技创新为支撑点，为助力我国实现碳中和目标贡献明阳力量。

刘德伟和广东能源集团广东省风力发电有限公司董事长杨海胜分别致辞，祝贺明阳智能新叶片的成功下线。刘德伟肯定了明阳智能为阳江市海上风电高效开发和装备制造业高质量发展做出的重要贡献，勉励明阳更好、更快发展，并表示未来阳江市将继续全力支持明阳加快发展。杨海胜表示，明阳智能和广东能源互为对方重要的战略合作伙伴，一直为共同推动新能源事业的发展而努力，“百尺竿头，更进一步”，未来，双方将实现更深入、更紧密、更全面的合作。

匠从八方来，器成天下走。明阳不断突破技术难关，开拓创新，挑战极限，仅用 9 天便完成了 111.5 米的试制，创造了研发转试制的最快纪录。仪式上，五位叶片研发的核心技术骨干代表用“薪火相传”的方式，依次传递项目策划书、碳玻混拉挤版、大叶片研发图纸、水平尺等代表叶片研发生产中重要环节的物品，向大家呈现了该叶片的诞生历程，最后由阳江基地叶片厂厂长李红涛将 111.5 米叶片首片任务完成报告书呈递给张启应签批，代表叶片首片生产任务完成。接力完成后，张启应陪同刘德伟、毕亚雄等与会嘉宾共同启动了叶片模具，巨大的叶片模具缓缓打开，现场利用无人机拍摄和大屏幕直播相结合的方式，向在场嘉宾展示了大叶片的首次亮相。

随后，明阳智能副总裁、叶片产业公司董事长李军向大家讲解了 111.5 米叶片的独特之处。他介绍道：“明阳智能推出的 111.5 米超长叶片，是针对海上平价项目需求自主研发设计和制造、适用于超 I 类风区的亚洲最长抗台风型海上叶片。叶片长度相当于三架 C919 客机的机身长度，叶片内腔可容纳 45 辆轿车，1 分钟吹过叶轮的空气量，相当于 4800 人 1 年的呼吸量，创造了叶片行业的新纪录。大叶片采用‘双向’结构设计技术、气动与结构的交互设计技术和分区式的设计技术，极大提高了海上叶片的可靠性，海上运行寿命可长达 25 年 - 30 年。叶片使用碳纤材料制成，并实现数字化设计平台自动寻优，最大程度降低叶

片重量减少各部件载荷。叶片结合雷击仿真实验结果进行最优设计，通过高电压附着试验、大电流冲击试验，确保良好的雷电流泄散能力，保障整体雷击防护性能。”

仪式上，鉴衡认证中心为明阳智能 111.5 米叶片颁发认证证书，意味着该叶片已经满足各项标准化要求。未来，明阳将通过不断创新，推动行业关键技术的进步与风电产业的高质量发展，助力我国率先实现双碳目标，为碧水蓝天贡献明阳力量。（曹瑞雪）

我省风电临海实验基地具备风机测试条件

南方日报 2022.6.29

面对海上风电产业这一新定位、新机遇，汕头瞄准重大战略需求，充分整合资源力量，面向重大需求开展科技攻坚，加快建设汕头海上风电实验室，打造国际风电创新港。近日记者从汕头市濠江区获悉，位于该区海上风电创新产业园的广东省风电临海试验基地已具备新型风机测试条件。该项目是广东电网公司为满足大容量海上风电新机型集中检测需求，全力打造的海上风电认证检测服务平台与公共试验平台。

据工作人员介绍，相比海上试验场，该试验基地具备安全可靠、经济高效、开放共享、可持续的显著特征。对比同类陆上试验场，又具备单机测试容量最大、试验项目最齐全、兼容性最好、接入系统方案最全、示范效应显著等特点。建成后，将成为全国乃至世界单机测试容量最大的陆上试验基地，为加快推动风电产业高质量发展赋能添力。汕头市供电局正全力推进广东省风电临海试验基地工程项目落地建成，加快推进 2 个新风电机组及附属设施建设，同步开展新建机位 10 千伏接入系统工程及配套主网工程建设，推动试验基地早日具备全容量并网检测能力，打造省一流的创新实验室平台。

当前，汕头提出抢抓第三次能源革命和国家实施碳达峰、碳中和战略的历史风口，加快打造粤东千万千瓦级海上风电基地的目标，并签约、开工建设多个海上风电项目。汕头市海上风电开发和产业发展专班表示，将围绕建成国际风电创新港的目标，重点从优化海上风电行业生态及产业招商等方面，加快推进海上风电产业高质量发展。（余丹）

十、核能

提升核能理性认知 共建清洁美丽世界

中国环境报 2022.6.1

能源转型是应对气候问题、落实可持续发展目标的关键性因素。在“六·五”环境日到来之际，结合“共建清洁美丽世界”主题，思考核能在实现碳达峰、碳中和目标中的作用，非常有意义。

截至 2021 年 12 月底，全球共有 437 台机组并网运行、58 台机组在建。在过去的 50 年间，核能的应用使全球碳排放量减少了 74 吉吨，相当于近两年的全球与能源相关的碳排放

量。从我国当前的发展阶段和能源禀赋来看，核能对于推进能源革命，构建以新能源为主体的新型电力系统，实现碳达峰、碳中和目标非常重要。

然而，2021 年我国核电发电量占全国累计发电量的 5.02%，远低于世界发达国家水平（OECD，18%），甚至低于世界平均水平（10%），因此我国现有核电装机规模与实现碳达峰、碳中和目标并不匹配。据中国核能行业协会预测，到 2035 年核电发电量约占全国发电量的 10%。清华能源环境经济（3E）研究所报告指出，中国的核电装机容量将在 2025 年至 2060 年间增长 3 倍，达到约 2 亿千瓦，是美国现有核电装机容量的两倍。

核能作为应对气候问题的关键性措施，得到国际社会广泛认可。政府间气候变化委员会（IPCC）的评估报告指出，核能是全生命周期碳排放最小的发电技术之一。国际能源署的研究表明，核能是世界发达经济体最大的低碳能源选项，在欧美等发达国家碳达峰过程中发挥了重要作用。联合国欧洲经济委员会（UNECE）2021 年 8 月发布新版《核技术简报》指出，核电在避免二氧化碳排放、实现碳中和方面能够发挥重要作用。国际原子能机构（IAEA）在 2021 年发布的《核能在国家减缓气候变化战略中的潜在作用最终报告》中指出，核能在应对气候相关挑战方面可以发挥重要作用，不仅可以促进温室气体排放的减少，而且可以促进可持续能源发展的其他方面。

核能可作为清洁低碳、安全高效的基荷电源。核能在发电过程中，不向大气排放二氧化碳等温室气体，不排放二氧化硫、氮氧化物等有害气体；在其全生命周期，一台百万千瓦级核电机组全生命周期实际温室气体排放量为 11.9 克二氧化碳当量/千瓦时，低于光伏发电，与风电相当；年度发电量接近 80 亿千瓦时，相当于减少二氧化碳排放 640 万吨。同时，其一年所需燃料约为 30 吨，只需要一辆卡车就可以运输，同样级别的煤电机组则需要 5 万节标准火车皮的运量。这一特点使得我国紧张的公路与铁路运输局面得到一定程度缓解，储备燃料风险和成本大大降低。相比水电、太阳能、风电等清洁能源，核电站具有占地面积较小，年发电小时高、发电量大且稳定、对电网影响小等特点，是当前乃至未来一段时间内唯一可以大规模替代化石能源的基荷电源。

核能的多用途利用将为高碳排放提供脱碳方案。核能正在从原有单一电力供应转向多领域多用途应用拓展。核反应产生的高品位热能可以满足稠油热采、清洁供暖等高碳排放工业的需求。核能制氢可以替代焦炭用作炼钢过程的还原剂。此外，核能可在制冷、海水淡化、同位素生产、空间电源、水下能源网、陆上移动电源、应急电源等多场景下应用。在碳达峰、碳中和背景下，通过与高碳排放行业耦合发展，核能的零碳价值将进一步凸显。

核能是新型低碳电力系统的必要组成。核能是全天候能源，几乎不受气候、昼夜等因素的影响，出力稳定。以核电的稳定供应能力为基础支撑，通过与风、光等可再生能源互为补充、协同发展，核能在低碳的电力系统中不可替代的地位和作用将更加彰显，其占比越高，越有利于电网对风、光等间歇性可再生能源的大比例消纳。

提升核能理性认知，共建清洁美丽世界。我国已经成为全球核电发展最快的国家，越来

越多的公众关注核安全，核安全公众沟通工作长期面临严峻挑战，做好核科普宣传，提升公民核科学素质，营造良好舆论氛围是核能安全高效发展的重要基础。

据 2021 年公布的第十一次中国公民科学素质抽样调查结果，我国公民具备科学素质的比例达到 10.56%，已超过科技先进国家在迈入创新型国家行列时 10% 的水平。这表明我国公民的理性有大幅度提升，在此基础上开展科普、做好网络舆论引导事半功倍。

《地球的法则：21 世纪地球宣言》中有言，“关于气候变化，知道得最多的人是最恐惧的。而对于核能源，知道得最多的人是最不恐惧的。”在碳达峰、碳中和目标下，深刻思考核能在应对气候变化中所起的作用，讲好核能环境友好的科普故事，提升公众的理性认知，恰逢其时。（王晓峰 程天珩）

中核集团田湾核电蒸汽供能项目全面拉开建设帷幕 全国工业园区首个核能供汽工程呼之欲出

中国环境报 2022.6.1

5 月 27 日上午 6 时，伴随着打桩机的轰鸣声，第一罐混凝土在田湾核电蒸汽供能项目能源站正式浇筑。这标志着全国工业园区首个核能供汽工程——。

从核能供热到核能制氢，再到核能供汽，核能正在突破单一发电，向综合利用有序转变。

什么是核能供汽？

核能是清洁低碳、安全高效的稳定基荷能源，在清洁替代和能源生产与消费革命的转型中具有突出优势。

核能供汽，顾名思义就是利用核电站的热量，供应工业蒸汽。它是目前满足石化产业用汽需求，降低综合能耗和减轻环境污染的一种新途径。

那么，如何实现核能供汽？中核集团江苏核电专家咨询组组长谢江红告诉记者，“简而言之，核能供汽主要是从核电机组的二回路抽取蒸汽作为热源，经过多级换热，最后经工业用汽管网将蒸汽传递至用户端。”

谢江红补充说：“热量是这样流动的：采用 3 个回路蒸汽转换方案，一回路产生的热量通过蒸汽发生器加热二回路的水，产生高温高压的蒸汽；通过抽取部分蒸汽，在换热站中将海水淡化厂生产的淡水加热成为符合工业标准的蒸汽，加热后的蒸汽经过三回路管网传送到徐圩新区石化基地。”

在这个过程中，核电站与用户端之间不会直接发生联系，设计上采用核电站一回路与二回路、二回路与工业蒸汽回路的双重隔离，在物理隔绝的情况下，确保核能供汽技术安全可靠、清洁高效。

谢江红指出，全程只有热量的传递，在不影响现有核电机组安全性的前提下，通过技术改造从设计源头上确保核能供汽清洁安全，符合工业蒸汽各项行业标准。

工业园区为什么需要核能供汽？

目前，我国工业蒸汽主要来自燃煤电厂或者自备燃煤锅炉，在实现碳达峰、碳中和目标下，核能在低碳转型、能源安全等各方面发挥着重要作用。

要想实现项目产业目标，安全、稳定的工业蒸汽成为国内工业园区的选择之一。这一项目也成为首个全国工业园区核能供汽工程。

“项目采用核能替代传统供热方案，利用田湾核电站3号、4号机组部分热量转化的清洁稳定高效的工业蒸汽，是落实国家‘绿色低碳’能源发展战略和江苏省‘煤炭消费减量替代政策’的有效途径。”中核集团江苏核电党委书记、董事长刘兆华表示。

据悉，这一核能供汽项目用户端为江苏省连云港市徐圩新区石化产业基地，是生态环境部、商务部、科学技术部明确的国家生态工业示范园区。

记者在“2021中国化工园区与产业发展论坛”发布的2021全国化工园区30强名单中发现，徐圩新区位列全国616家重点化工园区第29位。

值得注意的是，徐圩新区建立了石化产业基地标准体系，大力开展大气、水污染防治攻坚专项行动，成为全国第15家中国智慧化工园区，第13家中国绿色化工园区。

2022年，徐圩新区将继续保持强劲的产业投资和发展态势，实施重点产业项目35个，计划总投资2333.8亿元。如此多的项目，必然需要庞大的能源供应。

这正好与田湾核电站核能发电的清洁属性相契。且徐圩新区与田湾核电站同样位于江苏省连云港市，这为双方开展合作提供了得天独厚的优势。

“田湾核电蒸汽供能项目是江苏核电‘十四五’发展规划的重点工程，在连云港市委、市政府的指导和支持下，江苏核电有限公司、连云港市徐圩新区石化基地联合开展建设规划。”刘兆华表示。

公开资料显示，田湾核电蒸汽供能项目总投资7.3亿元，建设周期为24个月，预计2023年底投产供汽。

核能供汽进展如何？

自2022年2月23日打下首根桩基后，田湾核电蒸汽供能项目目前已相继完成气象塔和环境监测站迁建、能源站全部桩基施工建设，预计今年年底将完成项目配套的海水淡化厂房等建设工作。

谢江红给记者算了一笔账：“田湾核电蒸汽供能项目每年为连云港徐圩新区石化基地提供480万吨工业蒸汽，可实现每年减少燃烧标准煤40万吨，从而为连云港石化基地能源供给贡献绿色力量，也为全国石化产业转型升级提供能源示范方案。”

作为中核集团在江苏的核电企业，除了核能发电外，江苏核电积极探索核能供汽等多种方式的核能综合利用，为我国建立近零排放能源体系，实现“碳达峰、碳中和”目标贡献核电力。

项目建成后，每年供汽量将达480万吨，可等效减排二氧化碳107万吨、二氧化硫184

吨、氮氧化物 263 吨，相当于新增植树造林面积 2900 公顷。同时，每年可为石化基地节省碳排放指标 70 多万吨。

随着这一项目落地，连云港石化基地将进一步优化能源绿色化水平，为打造全球知名的绿色石化基地贡献力量。（孙浩）

中科院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所 EAST 团队—— 准备着，点亮“人造太阳”

人民日报 2022.6.10

4 层楼高、直径 8 米、重 400 吨——这就是被称为“人造太阳”的全超导托卡马克核聚变实验装置（EAST），坐落在安徽合肥“科学岛”上。

多年来，中科院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所 EAST 团队，为实现人类开发利用核聚变能源的梦想，一直努力奔跑着，目标直指在中国大地上点亮“核聚变发电的第一盏灯”。

“让中国‘人造太阳’发出更多光和热”

早上 7 点，EAST 实验物理协调人丁锐的身影就已出现在控制室里：“我们正在进行新一轮实验，大屏上跳动的数字，就是‘人造太阳’的实验放电次数。”

今年，是丁锐加入等离子体物理研究所的第十六个年头；历经多次实验，他见证了 EAST 一次又一次突破极限……

人类为何要“造太阳”？“因为煤、石油、天然气不可再生，终有一天会被耗尽。风能、水能、太阳能等新能源，受限于天气或地理环境，也难以完全满足需要。”丁锐告诉记者，通过模拟太阳内部核聚变原理，实现源源不断的清洁能源供应，是他一直以来的梦想。

怀揣同一个梦想，五湖四海的青年科学家们汇聚于此。丁锐的团队，负责研究 EAST 实验中等离子体与材料的相互作用，目的是延长材料的使用寿命。

90 后徐国梁，高中时听说我国全面开展国际热核聚变实验堆（ITER）计划工作的消息后，就在心中埋下了科研报国的种子。3 年前博士毕业，徐国梁成了科研团队的一员。

作为应用超导工程技术研究室副主任，入所 10 多年的秦经刚承担 ITER 采购包多个关键部件的研发。他告诉记者，“如果说 EAST 是研究核聚变能的基础，ITER 计划则能让中国‘人造太阳’发出更多光和热。”

“没了后顾之忧，更能潜心钻研”

虽然三面环水，远离城市，可在丁锐看来，“科学岛”上样样有。学校、医院齐全，宿舍、食堂便利，“所里连健身设施都考虑到了，建了篮球场、网球场和羽毛球馆，更别提实验必需的精密仪器了。”

“没了后顾之忧，更能潜心钻研。”丁锐说。从技术突破到工程建设，从系统集成到科学研究，EAST 团队攻克了一个又一个难题。

要想实现稳定强磁场环境，超导材料十分关键。一根超导线，既要挤压缠绕，又得拥有一定的空隙率，这曾让秦经刚愁得吃不下饭：“曾经请过国外专家，也是一筹莫展。要想满足 ITER 装置的要求，只能自主研发，不断试验！”

一次次尝试，一次次调整方案，历经几十次失败，终于，团队做到了让铜线 100% 不断线。中国制造的超导电缆，如期应用到 ITER 计划中，超导材料也开始量产，从进口变为出口。

为了搭建一个测量粒子的能谱设备，丁锐团队花了 3 年时间：“这个设备能为 EAST 运行提供物理数据支撑。国际上没人做，出于研究需要，我们就试着自己动手。”丁锐说，选用哪种探测器、如何进行粒子收集，都靠大家一点点摸索，最终在 2020 年研发成功，并很快应用在 EAST 上。

“关键要看解决了什么技术问题”

100 秒、200 秒、300 秒……2021 年 12 月 30 日，EAST 实现了 1056 秒的长脉冲高参数等离子体运行，这是目前世界上托卡马克装置高温等离子体运行的最长时间。

从上“岛”求学到带领团队，丁锐的成长，离不开等离子体物理研究所的激励体系；在这里，科研工作者的评价不单看论文，而是“关键要看解决了什么技术问题”。

“我们这个团队，除科研人员，还有技术员、工程师，按贡献度评定职称。”等离子体物理研究所副所长徐国盛说，目的就是鼓励大家解决实际问题。

丁锐曾赴欧洲多个聚变研究中心学习、工作，“科学岛”不少研究人员也都有类似经历。“过去是把科研人员送往国外深造，如今则有越来越多外国学者来‘岛’上。”徐国盛说，去年一年，外国学者以视频形式远程参与的实验就有几十次。

在“科学岛”北部两公里处的大科学装置集中区，聚变堆主机关键系统综合研究设施园区最近刚刚交付。周边，科学家小镇、科学服务区、成果转化区配套齐全。作为关键部件的研发中心，园区将为中国自主建造聚变工程实验堆奠定基础。

丁锐和团队一起，正向更高参数稳态高约束等离子体运行发起新的冲击；这个平均年龄只有 35 岁的科研团队，期待着点亮核聚变的第一颗“人造太阳”……（游仪）

十一、其它

国务院：有序释放煤炭优质产能

中国能源报 2022.6.6

本报讯（记者姚金楠）报道：5 月 31 日，国务院印发《扎实稳住经济一揽子政策措施》（以下简称《政策措施》）。在保障能源安全方面，提出在确保安全清洁高效利用的前提下有序释放煤炭优质产能、抓紧推动实施一批能源项目、提高煤炭储备能力和水平、加强原油等能源资源储备能力等多项举措。

《政策措施》明确，建立健全煤炭产量激励约束政策机制。依法依规加快保供煤矿手续

办理，在确保安全生产和生态安全的前提下支持符合条件的露天和井工煤矿项目释放产能。尽快调整核增产能政策，支持具备安全生产条件的煤矿提高生产能力，加快煤矿优质产能释放，保障迎峰度夏电力电煤供应安全。

国家发改委副主任赵辰昕表示，在推动煤炭产量责任落实方面，目前已重点开展了三方面工作：

一是充分释放先进产能。按照国务院常务会议部署，发挥好煤电油气运部际协调机制作用，通过核增产能、扩产、新投产等措施新增煤炭产能3亿吨，并将产能和产量目标明确到产煤所有省份，压实地方政府属地责任和企业主体责任，推动地方和企业加快先进产能释放。1月-4月，全国煤炭产量14.48亿吨，同比增长10.5%，能够保障合理用煤需求，随着产能持续释放，后续供应能力还将进一步增强。

二是不断增强煤炭运输和储备能力。近年来，我国持续加强煤炭集疏运建设，推进公铁水多式联运，煤炭运输能力大幅增强。同时，加快推进煤炭储备能力建设，重点地区储备能力持续提升，政府可调度的储备资源大幅增加，在煤炭保供中发挥了重要作用。

三是稳定长协价格确保民生用煤需要。今年，推动发电供热用煤中长期合同全覆盖，完善煤炭中长期交易价格机制，有效降低电力企业用煤成本，进一步夯实了能源电力供应基础。

《政策措施》提出，要抓紧推动实施一批能源项目。推动能源领域基本具备条件今年可开工的重大项目尽快实施。积极稳妥推进金沙江龙盘等水电项目前期研究论证和设计优化工作。加快推动以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设，近期抓紧启动第二批项目，统筹安排大型风光电基地建设项目用地用林用草用水，按程序核准和开工建设基地项目、煤电项目和特高压输电通道。重点布局一批对电力系统安全保障作用强、对新能源规模化发展促进作用大、经济指标相对优越的抽水蓄能电站，加快条件成熟项目开工建设。加快推进张北至胜利、川渝主网架交流工程，以及陇东至山东、金上至湖北直流工程等跨省区电网项目规划和前期工作。

《政策措施》同时强调，要提高煤炭储备能力和水平。用好支持煤炭清洁高效利用专项再贷款和合格银行贷款。压实地方储备责任。要加强原油等能源资源储备能力。谋划储备项目并尽早开工。推进政府储备项目建设，已建成项目尽快具备储备能力。

针对国内能源供需形势，赵辰昕指出，当前我国能源供需平稳有序。电力方面，今年迎峰度夏电力保供具备坚实基础。截至4月底，全国发电装机容量达到24.1亿千瓦，迎峰度夏前还会继续增加，总量有望增加到24.5亿千瓦。今年各大流域来水好于预期，截至5月中旬，全国水电发电量同比增长19.3%，重点水电厂可发电水量同比增长25.5%。目前，全国统调电厂存煤达到1.59亿吨以上，同比增加5000多万吨，可用天数32天。赵辰昕表示，有信心、有能力保障全国电力迎峰度夏平稳有序。

油气方面，今年以来，国际油气价格大幅攀升。按照党中央、国务院决策部署，国家发

改委会同有关方面妥善应对，综合采取有力措施，组织有关企业大力提升国内油气勘探开发力度，多方组织资源进口，保持炼厂安全稳定运行，确保我国油气供应总体平稳。目前，我国主要油气企业成品油库存保持高位运行，天然气管存、罐存均处在高位水平，能够有效保障需求。赵辰昕透露，国家发改委近期已组织上游供气企业和各地基本完成全年及下一个供暖季天然气合同签订。从签订情况看，各地签订的供暖季合同量普遍比去年实际供应量有所增长。

发展抽水蓄能 推动绿色发展

人民日报 2022.6.13

我国力争2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和，是以习近平同志为核心的党中央经过深思熟虑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。习近平总书记在主持召开中央财经委员会第九次会议时强调，要把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局，拿出抓铁有痕的劲头，如期实现2030年前碳达峰、2060年前碳中和的目标。这次会议提出，构建以新能源为主体的新型电力系统。这是党中央统筹国内国际两个大局作出的通盘谋划，为在能源领域贯彻落实习近平生态文明思想，处理好发展和减排、整体和局部、短期和中长期关系，坚定不移走生态优先、绿色发展之路提供了实践路径。

构建以新能源为主体的新型电力系统对于实现“双碳”目标具有重要现实意义。能源是人类文明进步的基础和动力，能源领域发展攸关国计民生和国家安全。新时代，我国能源领域发展面临全球经济治理结构、全球分工格局等深刻变化带来的新挑战，面临国内能源结构调整提出的新要求。构建以新能源为主体的新型电力系统，是立足当前我国经济社会发展战略全局，完整、准确、全面贯彻新发展理念，做好碳达峰碳中和工作的实践方案。构建以新能源为主体的新型电力系统，关键在于“先立后破”。关于推动能源革命，习近平总书记强调，要立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破、通盘谋划，传统能源逐步退出必须建立在新能源安全可靠的替代基础上。这为我们通过行之有效的技术和产业实践，在保障能源安全的前提下“先立后破”，促进新能源大规模高比例发展，推动构建以新能源为主体的新型电力系统指明了前进方向。

发展抽水蓄能，提升电力系统灵活调节能力，是构建以新能源为主体的新型电力系统的关键手段，有利于保障传统能源有序退出，实现新能源大规模安全可靠替代，推动绿色低碳发展。一是促进新能源大规模开发。抽水蓄能可为大规模、高比例、基地化新能源发展提供灵活调节能力，是电力系统不可或缺的稳定器，是全球公认的配套风、光等新能源开发最有效的手段。二是切实提高新能源安全保障程度。风、光等新能源具有间歇性、随机性的特点，迫切需要建设一批具有快速响应、技术可控、经济优越、节能环保、可规模化应用等特点的调节电源，以有效保障我国不同发展阶段的能源安全。抽水蓄能具有调峰、填谷、储能等功能，是经过实践检验的电力系统中最成熟、经济、低碳、安全的调节电源。加速推进抽

水蓄能建设，对于保障能源替代安全可靠、建设新型电力系统具有重要价值。三是打造能源产业新增长点。抽水蓄能项目可拉动建筑材料、电气设备等相关产业发展，为稳增长、促投资提供有力支撑。抽水蓄能项目开工建设，将促进“抽水蓄能+康养”“抽水蓄能+文旅”等新业态发展，形成能源产业新增长点。

在构建以新能源为主体的新型电力系统过程中，我国有条件将抽水蓄能产业打造成为装机规模大、技术能力先进、管理水平领先、全产业链自主创新程度高的产业，建成高质量现代产业体系。目前，正从以下几方面着力：一是加快壮大产业规模，加快推进项目开发建设。“十四五”期间重点实施“双两百工程”，将在200个市、县开工建设200个以上的抽水蓄能项目，开工目标2.7亿千瓦。二是多元化探索产业应用。充分发挥抽水蓄能在大基地开发中的支撑作用，积极推进西南水风光蓄一体化基地，西北沙漠、戈壁、荒漠等风光蓄清洁能源基地开发建设。积极拓展中小型抽水蓄能在城市周边、新能源富集区域应用。三是构建引领型产业体系。构建坚强、完整、创新的产业链，培育一批具有国际竞争力和影响力的骨干企业，打造全球领先的产业体系。四是高标准做好生态保护。高度重视生态环境保护工作，打造环境友好样板工程。五是高品质推动产业融合。将抽水蓄能电站打造成为能源融合发展的典范。

作为抽水蓄能电站建设领域的领军者，中国电力建设集团有限公司在发展抽水蓄能推动绿色低碳发展、助力“双碳”目标实现的过程中，积极履行央企责任担当。一是履行好资源规划、调查等职能。配合有关方面开展抽水蓄能电站资源调查工作，优选、孵化一体化基地标杆项目，为抽水蓄能快速发展夯实基础。二是高效推进勘测设计。在“十四五”重点实施项目中，中国电力建设集团有限公司承担了85%以上的项目勘测设计工作。下一步将构建多主体参与、产业链内外联动的项目前期工作论证体系，在确保技术体系完整、技术方案优化的前提下缩短前期工作周期，为抽水蓄能加快建设奠定基础。三是发挥引领作用，推进项目建设。在确保工程质量和施工安全的前提下，加快建设步伐，推动智能化建造，培养现代化人才队伍，建设一批管理领先、技术先进的高质量工程。四是积极探索抽水蓄能发展新模式。着力推进科技创新，加大关键技术攻关，努力突破大型地下洞室群智能化机械化施工、复杂地形地质条件下筑坝成库与渗流控制等技术难题。持续开展抽水蓄能产业发展政策、机制、标准等方面的研究，引领行业发展。（丁焰章）

煤矸石资源化综合利用提质空间大

中国能源报 2022.6.13

近日，榆林最大煤矿自建煤矸石制建材项目在中能袁大滩矿业正式投产，成为西北地区技术最先进、自动化程度较高的新型建材生产和煤矸石综合利用示范项目。据了解，近年来，我国煤矸石积存量持续上升，大量堆存将带来沉重的安全生产和环境保护负担。业内认为，需加强煤矸石综合利用项目的统筹布局，进一步提升技术创新能力，加快推进煤矸石资

源化综合利用进程。

■综合利用势在必行

作为煤炭开采、洗选过程中产生的主要废弃物，煤矸石是目前我国积存量最大的固废品种之一。统计显示，目前我国规模较大的煤矸石山达 2600 多座，煤矸石已累计堆存 60 亿吨 - 70 亿吨，且仍以每年 3 亿吨以上的速度持续增加。根据《2021 - 2022 年中国大宗工业固体废物综合利用产业发展报告》测算的数据，2021 年煤矸石产生量约 7.43 亿吨，增长 5.84%，增幅明显。

“煤矸石属于大宗工业固体废物，含有碳等有机物和无机硅酸盐类矿物，直接排放或充填回井，会浪费资源、侵占土地，并造成大气、水体和土壤污染。因此探索煤矸石因地制宜的综合利用，对煤炭行业绿色、低碳和循环发展意义重大。”国务院国研中心资源与环境政策研究所副所长常纪文表示。

需要注意的是，我国不同地区煤矿产矸率差异大，产地集中现象较突出。常纪文介绍，我国现役煤炭矿井约 4700 处，单井平均规模达 110 万吨，各矿井产能相近，但产矸率差异较大，如山西太原与临汾、河北唐山与邯郸、安徽淮北等地多数矿井产矸率均超 30%，而内蒙古鄂尔多斯、陕西榆林、新疆等地新建矿井的产矸率低于 10%。

正因如此，煤矸石分级分质、综合开发利用越来越受到地方重视。《贵州省“十四五”大宗工业固体废物综合利用规划》明确，以煤矸石充填、生产建筑材料、发电为重点，鼓励延伸产业链，配套建设煤矸石再洗选系统，对煤矸石分级、分质综合利用，提高无热值煤矸石、低热值煤矸石、高热值矸石的利用量。山西省印发的《关于促进全省煤炭绿色开采的意见》也提出，进一步提升煤矸石综合利用或无害化处理能力。

■部分地区、企业蹚出新路

在政策和相关激励机制支持下，近年来，我国煤矸石综合利用路径越来越多，综合利用率逐年提高。据工业固废网统计，2021 年全国利用煤矸石 5.43 亿吨，综合利用率 73.1%，同比增长 0.9%。

在常纪文看来，随着行业对煤矸石综合利用的尝试不断增多，部分区域和企业已在煤矸石综合利用方面走出新路。以辽宁阜新市为例，常纪文指出，阜新市煤矸石历史堆存量达 5 亿吨，为解决这一遗留问题，阜新市先后制定《阜新市（新邱）循环经济产业园总体规划》《新邱区煤矸石综合利用产业发展规划》等规划，并通过煤矸石的余热利用延伸产业发展链条，塑造煤矸石综合利用产业生态。企业方面，山西永昌集团采用“100%煤矸石超内燃式制砖 + 国内首创隧道窑高温带和冷却带余热回收发电：发电余汽供暖梯级利用”模式，建设投产了年处理 100 万吨煤矸石、制备 2 亿块烧结砖的生产线。

“目前，一些地方和企业密切合作，加快项目布局，形成了具有区域特色的煤矸石综合利用路径。总体看，在矿产资源丰富的中西部地区，煤矸石集中度高，下游建材市场需求不足，资源化利用多以制备烧结砖为主，市场需求相对单一。但在矿产资源匮乏的华东地区，

煤矸石作为稀缺资源，广泛用于制备装配式建筑材料、免烧陶粒、陶瓷等建材制品，煤矸石综合利用产业的经济效益充分显现。”常纪文称。

■技术创新需进一步提升

记者了解到，由于历史包袱沉重、固废综合利用产业推进时间较晚，我国煤矸石综合利用技术尚未实现根本性突破，煤矸石资源化综合利用依然任重道远。

“目前，绝大部分煤矸石综合利用出现在一些煤炭产量不高的地区，但在鄂尔多斯、榆林、大同等地，由于产业过于聚集，煤矸石产量大、利用率低、下游产品产生的附加值较低、销售半径短等问题持续存在，导致煤矸石综合利用落地难。”中国工业合作协会资源综合利用分会秘书长杜根杰认为，煤矸石不同于其他大宗工业固废，既要考虑固废资源的综合利用，又要考虑本身含有热值特性的能源综合利用，解决上述问题，关键是具备创新性适用技术。

常纪文也指出，由于很多煤矿企业建设早，综合利用煤矸石缺乏技术支持，即使制定了处置规划方案，执行大多不尽如人意，仍以“一堆了之”等粗暴的处理方式为主。即便开始重视煤矸石综合利用，也只是一味减少煤矸石存量，而忽略通过技术创新提升煤矸石利用价值。

“我国主要煤炭企业产能聚集，煤矸石多集中于头部企业，建议瞄准百万吨级规模化的煤矸石综合利用项目，分级分质梯级利用，打破行业界限，在大宗工业固废综合利用领域寻求多元化的技术合作和多源固废协同技术攻关，真正实现煤矸石综合高效利用。”杜根杰表示。（仲蕊）

欧盟多国“重启”煤电应对能源危机

俄罗斯油气收入不降反升

参考消息 2022.6.22

【路透社法兰克福/米兰6月20日电】题：在俄罗斯削减天然气供应之际，欧洲可能重新转向使用煤炭

欧洲最大的俄罗斯天然气购买国20日竞相寻找替代燃料供应，并可能燃烧更多煤炭，以应对来自俄罗斯的天然气流量的减少。在库存得不到补充的情况下，俄罗斯天然气供应的减少可能造成冬季的能源危机。

德国、意大利、奥地利和荷兰都表示，燃煤电厂可以帮助欧洲大陆渡过一场已导致天然气价格飙升，并让正与通胀作斗争的决策者面临更大挑战的危机。

荷兰政府20日称，将取消对燃煤电厂的发电量限制，并启动能源危机计划的第一阶段。由于俄罗斯天然气供应的不确定性，丹麦也已启动了天然气应急计划的第一步。

在意大利埃尼公司20日称，俄罗斯天然气工业股份公司通知该公司只能获得所要求的部分天然气供应之后，意大利更接近于宣布进入能源警戒状态。

同样遭遇俄罗斯减少供气的德国已宣布了其提高天然气储备量的最新计划，并表示可能重新启用曾经打算逐步淘汰的燃煤电厂。

德国经济部长罗伯特·哈贝克说：“这是痛苦的，但在目前情况下这对于减少天然气的使用是绝对必要的。”

奥地利政府 19 日与公用事业公司维邦公司商定，在国家面临能源紧急状况的情况下，将把一家天然气发电厂改造为燃煤电厂。

【法国《回声报》网站 6 月 20 日报道】题：石油、天然气、煤炭，欧洲三个月内向俄罗斯支付了近 600 亿欧元

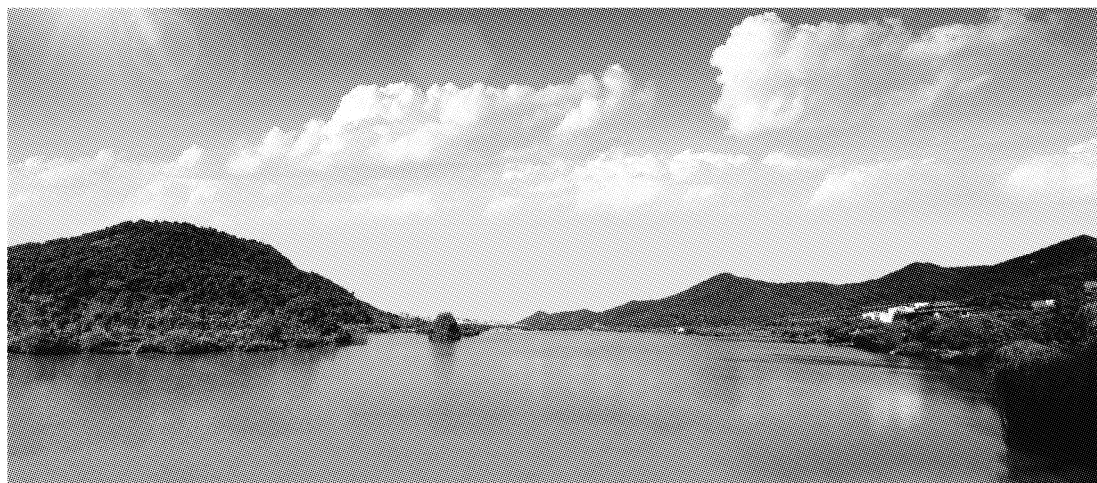
尽管西方国家决定减少采购，且未来有可能对煤炭和石油实施禁运，但俄罗斯化石能源的出口自冲突爆发以来并未受到实际影响。芬兰智库能源与清洁空气研究中心最近公布的一份研究报告表明了这一情况。

在俄乌冲突的前 100 天里，俄罗斯出口了 930 亿欧元的原油、石油产品、天然气、液化天然气和煤炭。欧洲国家买下了上述出口产品中的约 61%，在 2 月 24 日至 6 月 3 日期间向俄罗斯支付了约 570 亿欧元。

数据显示，今年 5 月俄罗斯石油天然气日均收入 8.8 亿欧元，而去年 5 月的日均收入为 6.3 亿欧元，同比增长约 40%。

【法新社渥太华 6 月 20 日电】美国财政部长珍妮特·耶伦 20 日在访问加拿大时说，美国正在与盟友讨论通过限制俄罗斯原油价格来进一步限制俄罗斯的石油收入。

耶伦在新闻发布会上说：“我们在讨论价格上限或价格例外，这将强化（美国及其盟友）最近拟议的能源限制”。“将压低俄罗斯的石油价格，缩减俄罗斯的收入，同时让更多的石油供应得以进入世界市场”。



我国首个盐穴压缩空气储能电站投产

中国能源报 2022.6.6

本报讯 5月26日，我国首个盐穴压缩空气储能电站并入国家电网投产。该电站由中国华能、中盐集团、清华大学等多家产学研单位，经过近10年的研发，历时两年建成世界首座非补燃式压缩空气储能电站。项目一期储能装机60兆瓦，远期规划建设规模1000兆瓦。

盐穴是地下盐层被开采后形成的矿洞。用电低谷时，利用电能将空气压缩到盐穴中；用电高峰时，再释放空气，推动空气透平膨胀机发电，在江苏金坛，这个地下千米、容积相当于105个奥运会泳池的盐穴化身大型“充电宝”，一个储能周期可存储电量30万千瓦时，相当于6万居民一天的用电量。

这种压缩空气储能是新型储能“家族”中的一员，具有储能密度大、存储周期长、投资成本较少等优点。中国科学院院士、清华大学教授卢强表示，与国外已有的补燃式压缩空气储能电站相比，该电站最大的创新点是在世界上首次采用非补燃技术，实现压缩空气储能零碳发电。

据介绍，补燃式在膨胀做功时需要燃气补热才能维持系统的循环运行，因此存在能耗大与碳排放的问题，电能转换效率只有20%左右。该电站采用回热技术，收集和利用压缩空气过程中产生的大量热能，因此摆脱了对化石能源的依赖，设计电能转换效率提升至60%，并且全过程无燃烧、无排放。

“因为没有先例，我们自主攻克了压缩机的设计制造和工程化应用等难题。”华能金陵电厂副总经理、中盐华能储能科技有限公司总经理蔺通说，项目创建了具有完全自主知识产权的非补燃压缩空气储能技术体系，核心设备实现了100%国产化。

近年来，江苏省的光伏、海上风能等清洁能源装机容量已突破4000万千瓦，占全部发电装机总容量的20%以上。然而新能源“看天吃饭”的特性，使得这个全国峰谷差最大的省级电网之一的江苏电网，面临巨大的新能源消纳和电力供需平衡压力。

电站投运后，年发电量约1亿千瓦时，可为江苏电网提供±6万千瓦调峰能力，为夏季等用电高峰时期的能源供给增添了保障。“压缩空气储能为我国构建新型电力系统提供了实现电能大量存储和‘削峰填谷’的新方案，将有力促进新能源的大规模消纳，助力实现‘碳达峰、碳中和’目标。”国网常州供电公司副总经理周挺介绍，为帮助电站尽早并网发电，国网常州供电公司启动“省重大项目特快电”服务模式，成立跨市区公司、跨专业部门的联合项目组，提前对接需求，缩短服务流程，于2020年10月启动了盐穴压缩空气储能送出线路工程建设，为这一储能电站单独投资新建总长7.65千米的110千伏线路，并对附近变电站进行了扩建。

2021年7月，国家发改委、国家能源局首次提出加快推动新型储能发展的意见，提出

到2025年，新型储能技术装机规模达3000万千瓦以上。“本次项目的投运为国内压缩空气储能开发提供了‘江苏样板’。”江苏能源局二级巡视员袁焕明说。

中盐金坛盐化有限责任公司副总工程师王国华介绍，我国盐穴资源分布广泛，符合使用条件的约有两千多个，如果盘活相关资源，预计“十四五”期间能实现1000万千瓦装机容量的盐穴储能能力，相当于一座中等城市的用电负荷，盐穴压缩空气储能市场有望达到数千亿元规模，还将带动空气压缩机、换热器、储热储气等相关设备的市场。

此外，我国实行的峰谷电价制度，为储能产业发展创造了一个有利的政策环境。国家电网正配合政府相关部门，进一步研究金坛盐穴压缩空气储能电站运营机制，为大规模新型储能技术商业化应用提供示范样板。（徐多 高畅）

电力系统配置电化学储能国标将出台

中国能源报 2022.6.20

本报讯（记者卢奇秀）报道：近日，全国电力储能标准化技术委员会发布关于征求国家标准《电力系统配置电化学储能电站规划导则》意见的函（以下简称《导则》），以规范电力系统配置电化学储能电站的规划技术原则，强化顶层设计，突出科学引领作用，促进新型储能与电力系统各环节融合发展，支撑新型电力系统建设。

“现阶段，新型电力系统中的储能如何规划还缺乏统一的标准规范。”清华四川能源互联网研究院系统混合仿真研究所所长张东辉向记者坦言，我国正在大力发展新能源，建设新能源占比逐渐提高的新型电力系统。而储能作为新型电力系统中的关键支撑元素，非常有必要及早纳入电网规划，或作为电网规划中一个重要专题，所以《导则》的出台十分必要和紧迫。

据了解，我国在电化学储能接入电力系统标准方面，已出台《电化学储能系统接入电网技术规定》《电力系统电化学储能系统通用技术条件》等国家标准和行业标准。但整体来看，储能规划还较为模糊，且缺乏通用的分析模型。

《导则》编制说明中也提出，为适应新型电力系统发展需求，明确电化学储能电站在新型电力系统建设中的应用场景和功能定位，促进电化学储能发展与能源电力规划相协调，亟需规范电化学储能电站的规划配置原则与要求。对于电化学储能电站配置，从电力系统整体出发，面向调峰调频、紧急功率支撑等系统需求，确定整体储能规划总需求。风电场、光伏发电站、用户侧等基于平滑输出功率波动、跟踪计划曲线等自身应用场景，确定储能配置思路和方法；电网侧结合系统整体需求和电源侧、用户侧的储能布局，在电网中进行电化学储能电站的规划配置，以满足电力系统的总体需求，促进电力系统源网荷储协同发展。

《导则》规定了电力系统配置电化学储能电站的需求预测以及电源侧、用户侧、电网侧电化学储能电站配置方法。国家发改委、国家能源局此前印发的《关于加快推动新型储能发展的指导意见》明确提出，到2025年，实现新型储能从商业化初期向规模化发展转变，

装机规模超过 30 吉瓦。

既然已有整体目标，为何还要进行需求预测和规范配置方法？张东辉认为，电力系统配置电化学储能电站要进行规划，第一步就是要预测电化学储能电站的需求，有迫切、长期和全局性的需求才需要进行规划，“如何配置，行业还存在较多不明确和不统一的地方，导致各方对储能规划和配置难以达成较一致的意见。”

而传统的电源规划方法，基本都是面向出力确定或相对确定、可控性较强的电源，比如大型火电、水电等，这些电源都可以自主支撑电网调峰运行，因此一般采用确定性的边界处理方法来规划。而新能源出力具有随机性和不可控性，需要其他电源或灵活性资源来配合，才能在电网中大规模运行。采用传统方法边界化处理，容易造成规划过于保守或激进。

张东辉表示，储能作为电力系统灵活性调节资源，是新型电力系统规划中不可或缺的组成部分。随着我国深入挖掘已有常规机组灵活性潜力、负荷侧需求响应能力，以及储能资源的调节经济性逐渐提升，储能在新型电力系统规划中将扮演越来越重要、越来越核心的角色。未来，如果有新能源，同时就得配套储能规划。“《导则》是一个导向型性标准，细则还有待进一步细化深化。”

大连化物所新电池技术在欧应用

中国电力报科技装备 2022.6.2

本报讯 近日，中国科学院大连化学物理研究所（以下简称“大连化物所”）李先锋研究员团队与比利时科尔德集团控股 EcoSourcen 公司签署了新一代液流电池技术许可合同，共同推动该技术在欧洲市场的推广应用。这也是大连化物所新一代液流电池技术首次输出至发达国家。

新一代液流电池技术许可合同的签署，是基于 2021 年 4 月双方签订的合作备忘录，以及近日成功在比利时 EcoSourcen 公司调试和试运行由大连化物所提供的 20 千瓦时新一代液流电池储能系统。合同约定，将结合大连化物所新一代液流电池技术优势和科尔德集团在建筑领域的丰富经验，围绕可再生能源、氢能和储能，打造零碳示范园区。此外，双方还就新型有机液流电池的研究签订了技术开发合同，共同推动低成本、高能量密度液流电池技术的可持续发展。

“大连化物所是全钒液流电池技术研发的权威科研机构，在与企业合作和技术转让方面也拥有丰富的经验”，科尔德集团战略及资源整合运营经理兼 EcoSourcen 公司总裁 Dany Bosteels 说。

此外，EcoSourcen 公司项目经理 Niko Bonnyns 介绍，“此次与大连化物所签署的合同，不但包括使用大连化物所现有的技术，也包括未来对该技术进行进一步的研发，以满足项目和客户的需要。”

近年来，大连化物所储能技术研究团队坚持“产、学、研、用”的创新开发体制，解

决了关键材料、电堆和大规模储能系统集成等关键学科和工程问题，突破了新一代可焊接液流电池关键技术，提高了液流电池可靠性和经济性。据了解，该技术共申请发明专利 200 余件，授权发明专利 100 余件。该所牵头制定了包括首项液流电池国际标准在内的 19 项相关标准。（赵汀）

加快推动我国零碳负碳农产品生产和认证

中国环境报 2022.6.1

《零碳负碳农产品温室气体排放评价技术规范》日前发布，并已开展了首批试点认证。

零碳负碳农产品是指农业生产过程的温室气体净排放量小于或等于零的农产品。农业活动既是我国第三大温室气体排放源，又是一个巨大的碳汇系统。零碳负碳农产品生产，以减少碳排放、增加碳汇和适应气候变化技术为手段，通过调整产业结构、提高土壤有机质等农业生产方式，从而实现高效率、低能耗、低排放和高碳汇。在“双碳”目标下，推动零碳负碳农产品生产具有十分重要的意义。

《中共中央 国务院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》提出，加快推进农业绿色发展，促进农业固碳增效。零碳负碳农产品生产可以有效推进区域农业温室气体减排和农田土壤固碳，提升生态农业土壤碳汇。

碳排放约束对提升农业生产效率和农业技术进步有着显著的推动作用。零碳负碳农产品生产不仅可以促进生产要素的集约利用，而且能够加快农业减排固碳技术研发进度，缩短新技术研发周期。

同时，实施零碳负碳农产品生产，一方面，可以让消费者通过碳标签辨别出产地环境优、生产过程低碳的优质农产品；另一方面，也有利于促进农业低碳生产方式的革新，提升农产品附加值，从而促进低碳经济的发展。

此外，在全国试点碳交易市场中，一直存在包括“三农”国家核证自愿减排量在内的抵消机制，并且按 5%~10% 的比例抵消试点碳市场配额履约。未来零碳负碳农产品的规模化生产和供应，将会形成很大的国家核证自愿减排量市场需求量。

当前，欧盟、美国、日本和加拿大等发达国家均先后出台政策鼓励碳农场发展。2022 年底，欧盟理事会将正式立法，对碳农场开展政府补贴。从 2020 年开始，我国也已经将推进农业农村领域减排固碳，作为我国实现碳达峰、碳中和的重要举措。我国早在 2013 年就已经建立了低碳产品认证制度，但低碳产品认证目录仅包括建筑陶瓷砖（板）、轮胎等工业产品，尚不包括农产品。鉴于此，笔者建议，当前亟待加快推动我国零碳负碳农产品生产和认证。

尽快重启碳交易市场国家核证自愿减排量抵消机制。我国目前尚未将农业纳入碳交易市场，随着《全国碳排放权交易管理办法（试行）》等多方政策的出台，其实现指日可待。目前，碳交易市场“三农”国家核证自愿减排量抵消机制尚不完善，零碳负碳农产品生产经

营主体通过碳交易获取收益面临诸多障碍，需要尽快加以完善。

打造区域农业温室气体减排和农田土壤固碳示范基地。以高标准农田建设、化肥农药减量增效行动和有机肥替代化肥为契机，强化科技支撑力量，实现耕地质量提升与固碳减排协同，在有条件的地区因地制宜推动零碳负碳农产品生产，增强规模化供应能力。在全国范围内打造一批区域农业温室气体减排和农田土壤固碳示范基地。

不断完善农业温室气体减排和土壤固碳计量方法。目前，农业温室气体排放计量大多采用单一排放因子方法，这一方法无法准确体现不同地区、作物和管理条件下温室气体排放的差别。采用模型法能够精准量化不同农产品种植和养殖过程的净温室效应，克服单一排放因子方法计量存在的不确定性。模型法仍然需要在实践中不断加强数据的积累，不断优化提升，提高计量的科学性和准确性。

创新零碳负碳农产品生产发展模式。在农业碳中和的多元治理模式中，政府应担负治理责任。通过制定标准、界定产权、财政补贴、税收等方式，以降低温室气体排放强度为目标，推动建成一批零碳负碳农产品种植基地。在农业种植绿色高效、种养一体、区域规模种养低碳循环以及三产融合的田园综合体上，形成可以推广的试点。

不断完善零碳负碳农产品认证技术标准和规则。农产品种类复杂，种植模式多样，生产地域差异明显，决定了零碳负碳农产品认证工作的专业性和复杂性。在制定完善系统的标准体系的基础上，零碳负碳农产品认证作为一项新的认证制度，需要在实践中不断加以完善。（张纪兵）

我国污水处理领域首个低碳团体标准发布

指导污水处理厂开展碳减排核算及工艺优化

中国环境报 2022.6.14

本报记者刘良伟北京报道 据悉，我国污水处理领域首个低碳团体标准——《污水处理厂低碳运行评价技术规范》（T/CAEPI49-2022）由中国环保产业协会城镇污水处理分会组织制定，于今年6月6日发布，并将于今年7月1日起正式实施。

为什么要制定这一标准？中国环保产业协会相关负责人介绍，据测算，污水处理行业的碳排放量约占全社会总排放量的1%，主要来自高耗能设备的运行和药剂的大量使用。引导污水处理厂采用科学、高效的碳减排技术和方法，对实现减污降碳协同增效，促进生态环保产业绿色低碳发展具有重要的指导意义。

中国环保产业协会相关负责人表示：“这项标准通过对国内246个污水处理厂近4年的运行数据进行研究分析，优化了污水处理厂生产过程碳排放的核算方法，建立了在不同进水水质、处理规模、工艺、排放标准等情况下，对污水处理厂进行低碳行为评价的指标体系和评价方法。”

这项标准可指导污水处理厂开展碳减排核算，开展工艺优化和技术改造，也为管理部门

评估污水处理厂的低碳行为提供了重要的方法依据。

标准发布以后，落地很重要。据悉，下一步，中环协（北京）认证中心将以这一标准提出的评价方法为依据开展低碳污水处理厂的认证工作。

这一标准由中国人民大学、北京城市排水集团有限责任公司主编，北控水务（中国）投资有限公司等参与编制。

中国石油建成首个秸秆制生物天然气中试基地

中国能源报 2022.6.13

本报讯 日前，大庆油田发布消息称，落户在该油田的中国石油首个秸秆制生物天然气中试基地生产运行稳定，日产沼气量达 2000 立方米以上，其中甲烷含量高于 50%、生物天然气纯度高于 95%，生产效率是国家标准的 4 倍，主要效率指标处于国内外领先水平。

2021 年 6 月，大庆油田 500 立方米微生物厌氧发酵系统装置及配套工程开工建设，当年 11 月建设完成中试项目。今年初，大庆油田研发出高温干式连续厌氧发酵技术，建成一条池容为 500 立方米的中试生产线，培育筛选出秸秆制生物天然气高温厌氧菌种，掌握了接种时间与接种量间的规律。该技术得到农业农村部专家认可，专家认为相关技术设备实现了高效产气，符合生物质厌氧发酵未来发展趋势。

生物天然气以农作物秸秆、畜禽粪污等有机废弃物为原料，经厌氧发酵和净化提纯产生。推广生物天然气产业发展，可创造可观经济效益，减少环境污染。（张云普）

我国首个海上二氧化碳封存示范工程设备建造完工

中国电力报 2022.6.17

本报讯（记者 王若曦 通讯员 陈淳 吴昊）6 月 15 日是 2022 年“全国低碳日”，记者从中国海洋石油集团有限公司获悉，经过近 10 个月的研发制造，我国首个海上二氧化碳封存示范工程设备建造全部完成。

海上二氧化碳封存模块重约 750 吨，核心设备包括二氧化碳压缩机橇、分子筛、冷却器等，是恩平 15—1 中心平台的重要装置，将服役于我国南海珠江口盆地的恩平 15—1 油田。

该项目将海上油田伴生的二氧化碳分离和脱水后，回注至地下咸水层，永久封存于地层深处。这项工程的应用在我国乃至亚洲范围尚属首次，预计每年可封存二氧化碳约 30 万吨，累计封存二氧化碳 146 万吨以上，为我国推动海上油气田的绿色开发探出了一条新路。

据了解，恩平油田海上碳封存相比陆地封存而言，具有选址容易、安全性高、环境影响小、封存规模大等优势。项目采用海上平台特有的模块化和成橇布置方式，应用相态控制、脉冲控制、联合振动分析等前沿技术，研制适用于海洋高湿高盐环境的首套超临界大分子压缩机和首套复合材料二氧化碳分子筛脱水橇，形成了海上二氧化碳捕集、回注、封存工程技术体系、成套装备及管理经验。

江苏出台“无废城市”建设指标体系

设5个一级指标、17个二级指标和65个三级指标

中国环境报 2022.6.30

本报讯 江苏日前出台《江苏省“无废城市”建设指标体系》（以下简称《指标体系》），引导城市开展建设。到2025年，江苏将完成全域“无废城市”建设任务。

为落实《江苏省全域“无废城市”建设工作方案》要求，《指标体系》立足江苏发展定位、产业结构特点、经济技术基础等，融合碳达峰、碳中和要求，系统设置了5个一级指标、17个二级指标和65个三级指标。

据了解，《指标体系》中一级指标主要包括固体废物源头减量、资源化利用、最终处置、保障能力、群众获得感等5个方面。二级指标主要覆盖工业、农业、建筑业、生活领域固体废物的减量化、资源化、无害化，以及制度、技术、市场、监管体系建设与群众获得感等17个方面。三级指标是对一级指标和二级指标的具体细化和量化，并划分为第Ⅰ类必选指标、第Ⅱ类可选指标、第Ⅲ类自选指标。

三级指标中第Ⅰ类为必选指标，共有37项，设有通过清洁生产审核评估工业企业占比、城镇污水污泥无害化处置率、“无废城市”建设地方性法规或政策性文件及有关规划制定、公众对“无废城市”建设成效的满意程度等指标，是各地开展“无废城市”建设均需落实的约束性指标。第Ⅱ类可选指标中，设有开展绿色工厂建设的企业占比等28项指标，是各地依据城市类型、特点及任务安排进行选择的指标。第Ⅲ类为自选指标，由各地结合自身发展定位、产业结构、经济技术基础等差异性自行设置。

《指标体系》要求城市应结合自身城市发展定位、建设实际需求等，科学设定各项指标于2025年达到的目标值。（韩东良 徐蓓）

河北建成首个兆瓦级新型电力系统示范工程

中国电力报 2022.6.10

本报讯（通讯员 庞彦娟 胡平）报道 6月6日，河北省在平山县营里乡建成投运首个10千伏兆瓦级新型电力系统示范工程。该工程创新应用自带惯量的构网型控制技术，有效解决光伏发电随机性、间歇性、波动性等问题，实现对电网的主动感知、主动响应和主动支撑，推动清洁能源安全可靠替代，同时提高本地新能源消纳能力和局域电网供电质量，让百姓的“阳光存折”分红更多，当地产业发展更绿色，电力系统运行更稳定，为新型电力系统建设探索出一条新的技术路径。

据了解，该项工程由国网河北省电力有限公司联合发电集团和国内两家院士团队共同实施。示范工程建设了2台光储一体化发电系统，并开发了具备调压、调频和独立组网能力的“适配器”——构网型逆变器，让分布式光伏发电更稳定可控、灵活友好，发电出力特性媲

美火力发电，并将调频响应速度提升到了百毫秒级。示范工程中包括了与光伏发电设备配套建设的储能系统，在阳光充足时，将富余的光伏电能储存在本地，达到区域内光伏发电和用电负荷的柔性平衡，同时为区域电网提供电压、频率和无功功率支撑，保障大规模分布式光伏接入后电网运行安全稳定，提升供电可靠性。

平山县营里乡示范工程投运后，每年将为当地增加 10% ~ 20% 的光伏收益，进一步助力革命老区振兴发展，同时营里乡电力线路故障次数每年将降低 90%，停电时间减少约 30 小时，实现清洁能源安全可靠替代，为高比例新能源消纳提供了可复制、可推广的兆瓦级解决方案，也为构建分布式智能电网进行了有益探索。

国内首台百千瓦级船用氢燃料电池发电系统获 CCS 认证

中国能源报 2022.6.20

本报讯 6 月 15 日，国内首台百千瓦级 FCPS - S120 船用氢燃料电池发电系统型式认可证书颁发仪式在浙江宁波举行，中国船级社（CCS）为国家电投集团氢能科技发展有限公司（以下简称“国氢科技”）颁发了型式认可证书，这标志国氢科技在氢燃料电池技术应用领域取得了新突破。

在能源安全及《氢能产业发展中长期规划（2021 - 2035 年）》大背景下，国氢科技逐步加大氢能开发与氢能技术创新，着力布局制储氢与氢燃料电池全产业链、自主化建设。通过“源端驱动、应用拉动”推动氢能产业发展。此次取得认证的“氢腾”FCPS - S120 是国内首套大功率船用氢燃料电池发电系统，未来将应用于内河千吨级主力船型，具有安全可靠、零污染零排放等性能。

全球减碳背景下，低碳甚至零碳排放船舶已经成为发展趋势。氢能是航运“脱碳”技术的理想燃料，氢燃料电池推进技术在船舶上应用可实现能源利用率高、零排放和船舶舒适度高等效果，是绿色船舶的理想动力。

本次通过型式认可百千瓦级船用氢燃料电池发电系统开发工作由国氢科技所属宁波绿动氢能科技研究院有限公司（以下简称“宁波研究院”）承担。

实际上，国氢科技在自主研发的氢燃料电池技术已成熟应用于“氢腾”品牌燃料电池系统，该系统已服务博鳌、冬奥项目。

在此基础上，依托宁波研究院提前布局，打造了“氢腾”FCPS - S120 船用氢燃料电池发电系统，并根据中国船级社 2022 年 E - 23《氢燃料电池》规范进行验证，具有高可靠性、高安全性、长寿命、零排放等特点，进一步展现了国氢科技在氢燃料电池发电系统研发领域的优势。

国氢科技 FCPS - S120 船用氢燃料电池发电系统的额定功率为 120 千瓦，输出电压为 450 伏 - 750 伏，外壳防护等级为 IP67，核心部件全为国产，实现了核心技术自主可控，且设备满足最新的检验规则和指南的要求。（李鑫程）

智能风电领域行业标准发布

中国能源报 2022.6.20

本报讯 日前，国家能源局发布公告，由龙源电力主编的能源行业标准《智能风电场技术导则》（NB/T 10918-2022）获批准发布，将于今年11月13日起正式实施。该标准是国内风电场智能化领域发布的首个行业标准，也是智能风电领域标准体系中的基础性标准，对指导风电行业数字化、智能化转型升级具有重要意义。

近年来，随着我国经济数字化转型持续深化，风电行业信息化、智慧化融合发展趋势愈加明显，但受限于技术本身的复杂性，行业内始终没有明晰的智能化风电场标准概念。龙源电力瞄准这一行业痛点，结合建设实践，总结国内外的先进经验，历时3年主编完成了该项行业标准。标准共包含8个章节，有效明确了智能风电场的定义，且给出了智能风电场的架构和分级建议，规定了智能风电场设备、发电运行、检修维护、安全管理等方面的技术要求。此项标准经过能标委专家组审查，认为其结构合理、内容全面、可操作性强，达到了国际先进水平。

龙源电力作为国内新能源领军企业，积极利用智能化手段为经营生产赋能，制定实施生产数字化转型三年规划，建成运营全球最大风电生产数字化管理平台。实现新能源设备实时数据全量采集，数据总量超4000万点；部署超过107个风光设备预警分析模型，准确率达到了85%，实现了从“人找信息”向“信息找人”的转变，设备运维由被动变为主动，有力保障了电站经济效益。（谢军）

东北首座核电站全面投产

6台机组年发电量480亿千瓦时，约占辽宁省全社会用电量的1/5

中国能源报 2022.6.27

本报讯（记者朱学蕊）报道：6月23日21时35分，随着辽宁红沿河核电站6号机组正式具备商运条件，东北首座核电站、东北最大的电力能源投资项目——红沿河核电站一期和二期工程共6台机组（总装机671万千瓦）全面投产，成为国内在运装机容量最大的核电站。

红沿河核电站于2007年8月开工建设，一期工程4台机组采用中广核具有自主知识产权的CPR1000核电技术，于2016年9月全部投产商运。二期工程（5、6号机组）于2015年开工建设，采用中广核全面升级的ACPR1000核电技术，实施了38项技术改进，具备三代核电技术特征，安全水平进一步提高。

据辽宁红沿河核电有限公司总经理廖伟明介绍，红沿河核电站二期工程自开工以来一直保持安全生产零重伤、零火灾、零辐射事故，连续5年获得核电工程安质环标准化及国际标杆评估“双八级”，在行业内处于领先地位。同时，5、6号机组使用我国具有自主知识产权

的核电站数字化仪控系统——和睦系统，拓展了国产设备在关键技术领域的应用。

据介绍，自2013年1号机组投产发电以来，红沿河核电站在运机组始终保持高端稳定运行。截至今年5月底，5台机组有46项关键指标达国际卓越水平（前1/10），占比近80%，处于行业领先水平。

投产发电10年来，红沿河核电站上网电量始终保持稳中有升。2021年，随着5号机组商运，红沿河核电站上网电量创历年之最，达372.26亿千瓦时，相当于大连市全社会用电量的84.2%。值得一提的是，去年秋季东北地区出现阶段性电力短缺情况，红沿河核电站全面响应需求，加强安全生产，实现5台机组连续满功率发电，有效缓解了东北地区阶段性电力短缺，稳定了区域电力供应，发挥了“压舱石”作用。

据了解，红沿河核电站6台机组年度发电量可达480亿千瓦时，约占辽宁省全社会用电量的20%，与同等规模燃煤电厂相比，等效于减少标煤消耗约1452万吨，减排二氧化碳约3993万吨，相当于种植10.8万公顷森林。

在安全稳定提供清洁电力的同时，红沿河核电不断拓宽核能应用边界，积极推进周边社区的核能供暖项目。今年3月9日，红沿河核电与国家电投东北电力有限公司签署《核能供暖示范项目建设运维合作协议》，东北首个核能供暖项目进入实质性推进阶段。今年4月6日，核能供暖项目工程正式开工，计划今冬供热期实现对周边红沿河镇的供暖，先期规划设计供暖面积24.24万平方米。按照先期供热面积，该项目每年将减少耗煤量1.21万吨，减排二氧化碳1.4万吨、烟尘209余吨、二氧化硫60余吨，氮氧化物85余吨。

两项海水淡化技术成果转化进入中试生产

中国自然资源报 2022.6.29

本报讯 近日，从自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所获悉，该所临港基地海水冷却塔塔芯构件中试生产线调试成功、临港基地聚丙烯中空纤维制膜中试线建成投入运营。

据了解，海水冷却塔是海水循环冷却系统中的关键设备。淋水填料、收水器、喷头等塔芯构件作为海水冷却塔的核心部件，其技术性能直接影响海水循环冷却技术的大规模推广应用。

“十三五”海洋经济创新发展示范项目“海水冷却塔塔芯构件产业化”项目组历时近两个月，在临港基地内完成了海水冷却塔塔芯构件（淋水填料、收水器、喷头）中试生产线的安装以及调试运行，并成功生产出合格产品。项目组建成了海水冷却塔淋水填料、收水器、喷头等3条国内最先进的塔芯构件中试线，形成了千吨级海水冷却塔塔芯构件中试加工能力；定型的3种塔芯构件产品各项性能与国外同类产品性能相当，可以满足我国核电超大型海水冷却塔对运行稳定性和使用寿命的要求，为我国自主海水循环冷却技术装备（产品）推广至核电行业奠定了良好的基础，也将使我国核电海水冷却塔塔芯构件产品实现自主可控。该项目入选自然资源部“十三五”海洋经济创新示范项目典型案例。

聚丙烯中空纤维膜及组件主要用于石化、集成电路芯片和封装、医疗、食品、环保、电镀、高压锅炉等行业超纯水脱气、废水脱氨、河道充氧净化、废气脱硫脱碳等领域，具有广阔的市场前景。

临港基地聚丙烯中空纤维纺丝制膜中试线主要用于熔纺拉伸法半结晶高聚物中空纤维纺制与成膜性能评价及中试制备研究。该中试线于2021年10月在临港基地完成安装，调试试生产阶段完成了多批次纺丝及制膜实验。

中试线完成调试试产至今，累计接到研制订单达2万平方米。先后承接了煤化工行业脱硫、人工肺换热器制备等专用膜产品研制任务，正在开展超纯水装置用耐高压脱气膜组件、离子色谱用超细脱气膜等膜产品定制。

目前，该中试线配套的膜组件研制及中试制备、帘式和柱式膜组件切削浇铸等平台设备正在陆续安装调试。后续项目组将依托天津市海水资源利用技术创新中心，加速成果转化和产业聚集，为天津市建设海洋强市增添助力。(张连强 关毅鹏 朱岩)

